

G. Ruscherweyh

Mainz 1979

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Forensisch-odontologisch bedeutende Veränderungen an
menschlichem Gewebe, Zähnen und zahnärztlichen Werk-
stoffen nach unterschiedlicher Einwirkung von Säuren
und Basen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin der
Johannes Gutenberg-Universität in Mainz, dem Fachbereich
Medizin vorgelegt von

Gert Ruscheweyh
aus Krefeld
Mainz
1979



Dekan : Prof. Dr. H. Leithoff
1. Gutachter : Prof. Dr. R. Endris
2. Gutachter : Prof. Dr. H. Leithoff

Tag der mündlichen Prüfung: 24.10.1979

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.0	BEZUGSNUMMERN	1
2.0	ALPHABET	2
3.0	NUMERATION	16
4.0	RECHNUNG	27
5.0	BEZUGSNUMMERN	35

Meinem verstorbenen Freund Carl MENNICKEN gewidmet. 40

7.0	ALPHABETISCHES VERZEICHNIS	71
8.0	ALPHABET	83
9.0	NUMERATION	89
10.0	ALPHABETISCHES VERZEICHNIS	91

Inhaltsübersicht

		<u>Seite</u>
1.0	EINLEITUNG	1
2.0	MATERIAL	6
3.0	REAGENZIEN	16
4.0	METHODIK	17
5.0	ERGEBNISSE	19
6.0	BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE	64
7.0	KRIMINALISTISCHE ÜBERLEGUNGEN	75
8.0	TABELLEN	83
9.0	ZUSAMMENFASSUNG	89
10.0	LITERATURAUSWAHL	91

1.0 EINLEITUNG

Die Literatur der gerichtlichen Medizin gibt uns unzählige Fälle von Gewaltverbrechen mit den verschiedensten Arten der anschließenden Beseitigung der Opfer wieder. Wollen wir diese unterschiedlichen Methoden der Leichenbeseitigung stufen- oder gradweise unterscheiden, dann ergibt sich folgende Einteilung:

Als den ersten Grad der Leichenbeseitigung können wir das Wegschaffen vom Tatort und das Verstecken unter Gerümpel, Brennmaterial, Stroh-, Laub- oder Holzhaufen u.ä. annehmen, aber auch das Bedecken der Leiche mit Tüchern, Laub oder Ästen im Wald oder Busch und das nur oberflächliche Bedecken mit Erde oder das Werfen ins Wasser.

Als zweiten Grad nehmen wir das mehr durchdachte und sorgfältiger durchgeführte Vergraben in grösserer Tiefe, Versenken im Wasser unter Anwendung von Beschwerungsmitteln.

Als dritter Grad wäre die Beseitigung der Leiche bei gleichzeitiger Unkenntlichmachung derselben zu nennen. Hierbei soll eine Identifizierung bewußt verhindert werden. Dazu zählen die Zerstückelung der Leiche mit anschließender Beseitigung der einzelnen Bestandteile an verschiedenen Orten durch Vergraben, Versenken in Gewässern oder Brunnen, Verbrennen im Ofen oder unter Anwendung von Brennstoffigkeit oder auch in Verbindung mit einem Auto- oder Hausbrand, seltener durch Einmauern.

Die Unkenntlichmachung des Opfers zeigt wiederum an sich einzelne Grade, z.B. das Abziehen der ge-

samten Gesichtshaut wie im Fall des Mordes an dem Jungen Blechert durch seinen Mörder Heider (17). Der Verbrennung gleichzusetzen ist das Vergraben mit ungelöschem Kalk, worüber WEISS (28) näher berichtet hat.

Seine Versuche sowie ein aufgedecktes Verbrechen aus dem Jahre 1904 haben den Beweis erbracht, daß eine vollständige Beseitigung von Leichenteilen und Bekleidungsstücken mittels ungelöschter Kalksteine möglich ist. Zur Vernichtung kommt es hauptsächlich durch die beim Löschen des Kalkes auftretende ätzende Wirkung, aber auch durch die damit einhergehende Hitzeentwicklung.

Wie weitere bekannt gewordene und in der Kriminalistik beschriebene Fälle gezeigt haben (s.u.), ist die Leichenbeseitigung auch mit Hilfe hochkonzentrierter Säuren zu erzielen. Vorteil dieser Methode ist die vollständige Auflösung des organischen Materials. Die aufgelösten Reststoffe sind dann leicht weiterzuleiten, so z.B. in das örtliche Abwassersystem.

Aus der Art der verwendeten Chemikalien läßt sich mitunter auf den Täterkreis schließen. Der Zugang zu größeren Mengen von Säuren und Laugen gelingt solchen Tätern am leichtesten, die z.B. in der chemischen Industrie oder chemischen Instituten arbeiten. Allerdings wird auch beobachtet, daß durch Anhäufung kleinerer Mengen bei langfristiger Planung entsprechende Mengen zusammenkommen können, um dann ein derartiges Vorhaben durchzuführen.

Die Verwendung dieser hochkonzentrierten Chemikalien ermöglicht bei genügend langer Einwirkzeit die vollständige Auflösung des organischen Materials. Eine

Identifikation des Opfers gelingt selten oder gar nicht. Ist der Zersetzungsprozeß unvollständig geblieben, so bleiben naturgemäß diejenigen Körpermaterialien erhalten, die gegen den Einfluß der Chemikalien am widerstandsfähigsten sind.

Hierzu gehört beim Menschen sein natürliches Gebiß. Die Identifikation kann außerdem dann gelingen, wenn zu Lebzeiten des Opfers noch widerstandsfähigere Materialien getragen wurden, wie z.B. Nägel nach Extremitätenfrakturen, Total-Endo-Prothesen (TEP), Herzschrittmacher, Granatsplitter bei bekannter Lokalisation, Kieferimplantate, dentale Brücken, Stahl- oder Kunststoffprothesen, Zahnfüllungen aus Gold oder Amalgam.

Als Beispiel dafür, daß Leichenbeseitigungen auf oben beschriebene Weise durchgeführt wurden und daß der vom Opfer getragene Zahnersatz, feststehend oder herausnehmbar, dabei von größter Bedeutung ist, mögen die beiden nachfolgend beschriebenen Fälle dienen:

Der erste Fall stammt aus dem Jahre 1949 und wird von SIMPSON (21) beschrieben:

Ein Chemiker namens Rex John Haigh hatte ein intimes Verhältnis zu einer wohlhabenden Witwe unterhalten. Er hatte die alternde Dame in seine vorstädtische Werkstatt unter dem Vorwand gelockt, ihr die von ihm hergestellten Kunstnägel und Augenwimpern zeigen zu wollen. Als die Frau sich vorbeugte, um etwas zu betrachten, schoß er ihr eine Kugel in den Kopf. Danach nahm er Pelz und Juwelen des Opfers an sich, legte den Leichnam in ein Metallfaß und übergieß ihn reichlich mit Salzsäure. Er erneuerte die Flüssigkeit täglich, und am vierten Tag fand er beim Abgießen der Flüssigkeit nur eine salbige Mas-

se und Knochenteile am Boden des Behälters. Diese schüttete er in das Ablaufrohr im Hof. Bei der Ortsuntersuchung wurde in der säurig-fettigen Masse neben Gallensteinen die totale obere und untere Prothese des Opfers unversehrt aufgefunden, da die Salzsäure die Acrylatprothese nicht angegriffen hatte. In gleicher Weise wurde der Nylongriff einer roten Handtasche und der Teil einer Lippenstifthülse gefunden. Die Zahnärztin, welche die Prothesen besichtigte, erkannte sie als von ihr 1947 gefertigt. Die Identität konnte also durch die Zahnersatzstücke und die beiden übrigen Gebrauchsgegenstände aufgeklärt werden. Der Mörder hatte übersehen, daß Polymerisate nicht durch Salzsäure vernichtet werden.

Ein weiterer Fall ist von BLOK (1) mitgeteilt worden. Es handelt sich um den Mordprozeß Sarret-Schmidt. Der Haupttäter dieses Mordes war der gebürtige Grieche Sarret, der zusammen mit den aus Bayern stammenden Schwestern Philomene und Katharina Schmidt im Jahre 1925 in Aix, nahe Marseille, eine einsame Villa bewohnte. Dorthin lockte er zwei Menschen, angeblich ein Ehepaar, erschoss und beraubte sie. Um nun die beiden Leichen zu beseitigen, legten die drei diese mit samt ihren Kleidern, jedoch ohne Schuhe, Schmuck- und Wertsachen in eine Badewanne und gossen darauf insgesamt 25 Liter Schwefelsäure. Die von den Mördern beobachtete Wirkung war grauenvoll: Die Kleider zerfielen in Stücke, die Augen schmolzen aus den Augenhöhlen, und die gesamte Haut färbte sich schwarz und schmolz dann ebenfalls allmählich weg, bis sich die beiden Körper schließlich in eine breiige Masse auflösten. In drei Tagen waren beide Leichen verschwunden, nur ein dunkelgrauer, gallertartiger dicker Brei, der einen fürchterlichen Gestank verur-

sachte, blieb als Endergebnis übrig. Dieser wurde dann mit Wasser verdünnt und eimerweise in den Abort und in Löcher im Garten gegossen. Erst acht Jahre später, am 21.10.1933, wurden die drei dieses Verbrechens überführt und Sarret im April 1934 enthauptet.

Neben den bekannt gewordenen Fällen von nahezu vollständiger Leichenbeseitigung mittels chemischer Lösungen vermutet man auch in einigen Fällen, bei denen Personen unauffindbar verschwunden blieben und die infolge spezieller Hinweise auf einen vorausgegangenen Mord schließen lassen, eine totale Leichenbeseitigung in ähnlicher Weise wie zuvor beschrieben.

Für Gerichtsmediziner und Kriminalisten ist es nun von Interesse, ob und wenn ja, mit welchen chemischen Lösungen und in welcher Zeit eine totale Leichenzersetzung möglich ist. Das Wissen über diese Zusammenhänge kann eventuell zur Einengung des verdächtigen Täterkreises führen. Bei der Auffindung einer chemisch stark zersetzten Leiche läßt sich z.B. die Zeitdauer dieses Zersetzungsprozesses ermitteln und damit die Tatzeit abschätzen, unter der Voraussetzung, daß die Leichenzersetzung kurz nach dem Mord von dem Täter in Angriff genommen wurde. Auch das Verhalten von Zahnersatz jeder Art sowie Endoprothesen und Herzschrittmachern gegenüber chemischen Lösungen ist hierbei für eine Identifizierung von größter Bedeutung, da diese vom Täter bei seinem Vorhaben der Leichenbeseitigung nicht beachtet werden.

2.0 MATERIAL

Das von uns verwendete Material zur Überprüfung seines Verhaltens gegenüber Säuren oder Laugen umfaßt menschliche Zähne mit und ohne Amalgamfüllungen, menschliches Muskel- und Knochengewebe, künstliche Zähne aus Kunststoff und Keramik, Ober- und Unterkieferprothesen aus Paladon, Kautschuk und Stahl.

Die natürlichen Zähne

Die chemische Zusammensetzung der drei Bestandteile des Zahnes (Schmelz, Dentin, Zement) wird nach SCHROEDER (17) wie folgt angegeben:

Schmelz: 95 % anorganische Substanz, welche hauptsächlich als Hydroxylapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) vorliegt, sowie geringe Anteile von Natrium, Magnesium, Chlor und Kalium.

1 % organische Substanz, die aus Proteinen, Lipiden und Kohlehydraten besteht.

4 % Wasser.

Dentin: 70 % anorganische Substanz, hauptsächlich Hydroxylapatit, sowie geringe Mengen an Karbonaten, Magnesium und Spurenelementen.

20 % organische Substanz, die wiederum zu 91-92 % aus Kollagen und zu 8-9 % aus nichtkollagener Grundsubstanz besteht.

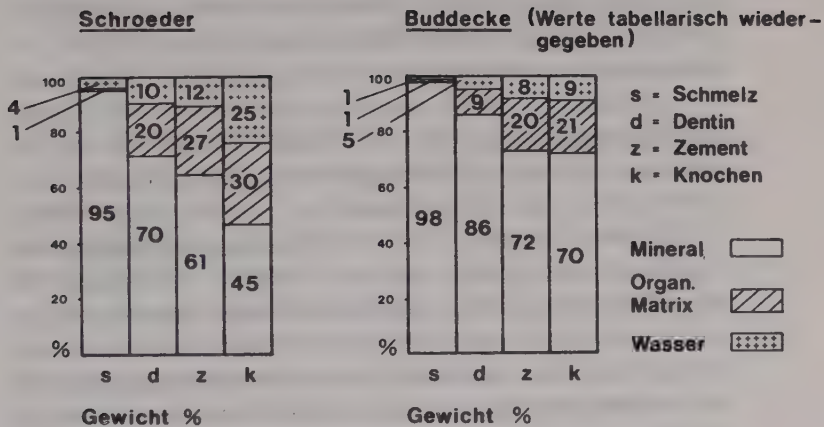
10 % Wasser.

Zement: 61 % anorganische Substanz, hauptsächlich Hydroxylapatit sowie geringe Mengen an Karbonaten, Magnesium und Spurenelementen.

27 % organische Substanz (Kollagen).

12 % Wasser.

Zu ähnlichen Ergebnissen bezüglich der Zusammensetzung des Zahnes kommt auch MEYER (16), während BUDECKE (3) andere Werte angibt.



Tab. 2.0 - 1: Zusammensetzung von Zahn und Knochengewebe

Die Zähne wurden von uns derart sortiert, daß wir eine entsprechende Anzahl sowohl mit als auch ohne Amalgamfüllungen besaßen. Zur Anwendung kamen außerdem nur Molaren und Prämolaren, die noch nicht zu stark durch eine Karies profunda zerstört waren.

Das Muskelgewebe, das nach BRECHT (2) 75 % Wasser, 20 % Protein, 2 % niedermolekulare organische Bestandteile und Kohlehydrate sowie 3 % anorganische Bestandteile (Kalium und Natrium) enthält, wurde aus einem menschlichen Oberschenkelmuskel herausgeschnitten und in kleine Würfel mit einem durchschnittlichen Gewicht von 20,8 g geteilt.

Das Knochengewebe, das sich nach BUDDECKE (3) zusammensetzt aus 70 % anorganischen Verbindungen (davon 90 % als Hydroxylapatit, 10 % als Fluorapatit, Carbonatapatit, Calciumcarbonat und Magnesiumcarbonat), 20 % teils extrazelluläre, teils zelluläre organische Bestandteile (Kollagen, Mucopolysaccharide, Proteine und Lipide) und 10 % Wasser, wurde ebenfalls aus dem o.a. Oberschenkel entnommen. Wir zersägten diesen in Scheiben von circa 7 bis 8 mm Schichtdicke und einem durchschnittlichen Gewicht von 5,7 g.

Als künstliche Zähne verwendeten wir sowohl Keramik- als auch Kunststoffzähne. Der Grund dafür, daß wir bezüglich der Keramikzähne für unsere Versuche solche vom Schneidezahntyp wählten, war der, daß diese bei der labortechnischen Prothesenherstellung eher Verwendung finden als Keramikmolaren bzw. Keramikprämolaren. Außerdem konnten wir somit zugleich das Verhalten der Befestigungsknöpfe (Krampons) beobachten.

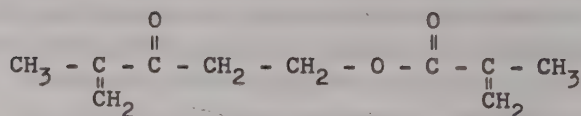
Die Grundmaterialien des Keramikzahnes sind nach WEIKART (27) im wesentlichen Feldspat, Quarz, Kaolin sowie das Retentionsmaterial. Prozentual nimmt der Feldspat mit 90 bis 100 % den größten Teil ein. Von den drei Feldspatgruppen Kali-, Natron- und Kalkfeldspat hat der Kalifeldspat ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6 SiO_2$) wiederum für die Herstellung des Keramikzahnes die größte Bedeutung. Der Anteil des Quarz (SiO_2) liegt bei 0 bis 10 %, seine Beigabe ist für die spätere Transparenz unentbehrlich. Den geringsten Anteil nimmt das Kaolin ($Al_2 Si_2 O_5 (OH)_4$) mit 0 bis 2 % ein.

ILG (11) hat herausgefunden, daß der Kalifeldspat den Schmelzpunkt herabsetzt und daß das Kaolin der Porzellanmasse im ungebrannten Zustand eine gewisse Plastizität verleiht, die für das manuelle Füllen der Pressplatten nötig ist. Die zahnkeramischen Massen werden im allgemeinen bei 1100 bis 1300° C gebrannt.

Das Befestigungsmaterial besteht nach EICHNER (6) aus einer in die Rückseite des Keramikzahnes eingebrannten, seitlich geschlitzten Edelmetallhülse, die zu ungefähr 40 % aus Gold, Silber und Platin sowie zu ungefähr 60 % aus Palladium besteht. Der darin eingelötete Goldmantelstift besteht aus einem Nickelkern mit dünner Feingoldaufgabe. Die Firma "De Trey" hat diese Methode unter dem Namen "Solila Prinzip" erstmalig eingeführt. Aufgrund dieser Befestigungsstifte, den sogenannten Krampons, erhielt der Keramikzahn auch den Namen "Goldknopfzahn".

Die für die Herstellung von Kunststoffzähnen zur Verwendung gelangenden Materialien sind Verbindungen auf der Basis von Methacrylsäuremethylester (6).

Ihre fabrikmäßige Herstellung hat EICHNER (6) wie folgt beschrieben: Unter Anwendung von Druck und Wärme werden die Kunststoffzähne im Trockenverfahren (thermoplastisch) hergestellt. Es handelt sich hierbei um eine Änderung des Aggregatzustandes der Kunststoffe. Die einzelnen Körner des Polymerisates werden durch Adhäsion zusammengehalten. Ähnlich der Herstellung der Mineralzähne wird auch hier das Kunststoffpulver (Perlpolymerisat) in Formen aus Bronze oder Stahl gebracht und bei circa 160 bis 200° C gepreßt. Zur Verbesserung der Eigenschaften werden sie nach dem Pressen noch besonderen Verfahren unterzogen, die das Material verdichten und noch vorhandene Spannungen ausgleichen. Diese Nachbehandlung bezeichnet man auch als Vergütung. In besonderem Maße aber kann die physikalische und chemische Widerstandsfähigkeit der Kunststoffzähne durch Veränderung in der molekularen Struktur der Ausgangsmaterialien verbessert werden. Die Möglichkeiten hierzu liegen in der Vernetzung der linearen Kettenmoleküle durch Zusatz geeigneter Co-Polymerisate, wie z.B. Glycoldimethylacrylat. Seine Formel lautet:



Diese Verbindung enthält zwei doppelte Bindungen und kann daher mit anderen Gruppen in zwei Richtungen vernetzt werden, wodurch sich härtere Produkte ergeben (27).

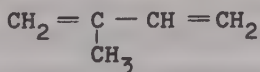
Die Farbgebung bei der Zahnherstellung bereitet gewisse Schwierigkeiten, da sie von der richti-

gen Verteilung des in die Metallformen eingestreuten Pulvers abhängt. Die verwendeten Farben sind anorganischer Natur. Nachträglich ist noch zu erwähnen, daß wir für unsere Versuche nur Kunststoffzähne vom Molarentyp verwendeten.

Als Prothesenmaterial verwendeten wir für unsere Versuchsreihen neben den heutzutage meist vertretenen Paladon-Prothesen auch solche aus Katschuk, da letztere noch derzeit von Älteren Menschen und jenen mit einer Allergie gegenüber Prothesen aus Paladon getragen werden.

Bezüglich des Kautschuks ist zu sagen, daß dieser von circa 1885 bis 1950 das meistverwendete Material zur Prothesenherstellung war und, was seine Festigkeit angeht, noch heute die Prothesenwerkstoffe auf der Basis von Methacrylatverbindungen übertrifft, wenn auch seine Brinell-Härte mit circa $12,5 \text{ Kg/mm}^2$ gegenüber der des Paladon mit circa $19,0 \text{ Kg/mm}^2$ geringer erscheint (8).

WEIKART (27) stellt fest, daß es sich beim Kautschuk um ein Polymerisat des Isoprens handelt, dessen chemische Formel wie folgt lautet:

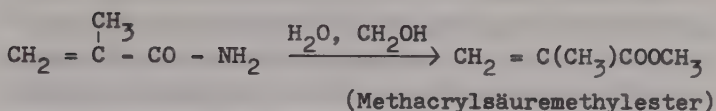
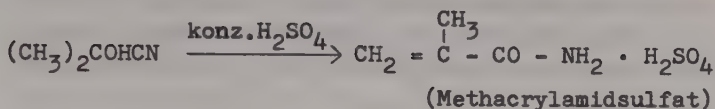
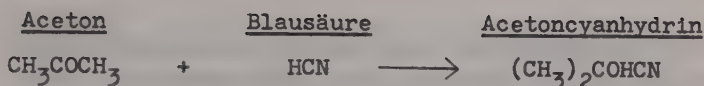


Als Farbzusätze (8) finden beim roten oder rotbraunen Kautschuk Eisenoxyd, beim ziegelroten Kautschuk Quecksilbersulfid und beim rosa Kautschuk Zinnober und Zinkoxyd Verwendung. Wegen Mangel an einer ausreichenden Anzahl Kautschukprothesen für unsere Versuchsreihe wurden diese in zwei Hälften zersägt.

Der heutzutage meistverbreitete Prothesenkunststoff ist das von der Firma Kulzer, Bad Homburg, hergestellte Paladon. Nach HOUWINK (10) handelt es sich hierbei um dasselbe Ausgangsmaterial wie bei der zuvor beschriebenen Herstellung von Kunststoffzähnen, nämlich Verbindungen auf der Basis von Methacrylsäuremethylester ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}_3$). Ein Unterschied liegt einzig und allein in der Art der Herstellung. Wurden die Kunststoffzähne im Trockenverfahren hergestellt (6), so hat sich hier das Naßverfahren (chemoplastisch), d.h. Pulver-Flüssigkeitsverfahren, oder auch Paladonverfahren, durchgesetzt (10).

Dabei wird monomeres Methylacrylat mit einem feinkörnigen Pulver aus Polymethylacrylat etwa im Verhältnis 1 : 3 zu einem zähen Brei angerührt. Diese Mischung durchläuft, bevor sich das Monomere gleichmäßig im Polymerisat verteilt hat, einen Zustand, in dem nur die Oberfläche der Polymerisatkörner angequollen ist und die Masse einen leicht knetbaren Teig bildet. Dieser plastische Teig wird in die üblichen Gipsformen eingepreßt und durch Polymerisation in der Wärme ausgehärtet.

Die bedeutungsvollste Herstellung von Methacrylsäuremethylester erfolgt nach einem von der englischen Firma "ICI" gefundenen Verfahren (12), nach dem praktisch in einer Stufe Acetoncyanhydrin, aus Aceton und Blausäure gewonnen, mit Hilfe konzentrierter Schwefelsäure, Wasser und Methanol in Methacrylsäuremethylester umgewandelt wird.



Anschließend wird der Methacrylsäuremethylester noch mehrfach gereinigt, polymerisiert und dann pulverisiert. Als Ausgangsmaterial wird damit das für die Herstellung von Kunststoffzähnen und Kunststoffprothesen notwendige polymere Pulver und die monomere Flüssigkeit erhalten.

Als letztes herausnehmbares Zahnersatzgut nahmen wir noch die in den letzten Jahren immer häufiger verwendeten Modellgußplatten in unsere Versuchsreihe auf.

Bei den von uns verwendeten Modellgußplatten handelt es sich um Kobalt-Chrom-Legierungen der Marke "Wisil", hergestellt von der Firma Krupp in Essen. ELBRECHT (7) hat die Zusammensetzung des Wisils wie folgt angegeben:

Anteile in %	C	Si	Mn	Cr	Ni	Co	Mo	Fe
Wisil	0,35	0,4	1,0	27,0	-	66,2	4-5	ca.0,5

Der Molybdänanteil dient der Stabilisierung des Gefüges bei unterschiedlichen Gußbedingungen, Kohlenstoff bewirkt eine Steigerung der Härte, Silizium hat eine Zunahme der Festigkeit zur Folge und Mangan eine Steigerung der Dehnung, was für eine spätere Aktivierung der Klammer von Bedeutung ist (7).

Allgemein ist zu sagen, daß es sich bei den Kobalt-Chrom-Legierungen um äußerst korrosionsfeste und gewebefreundliche Materialien handelt, so daß sie nebenbei sowohl in der Kieferchirurgie als subperiostale Implantate als auch in der allgemeinen Chirurgie als enossale Nadel-, Blatt- oder Schraubenimplantate Verwendung finden.

Mangels ausreichender Stückzahl wurden einige Modellgußplatten von uns zur Hälfte separiert und so in die Reagenzien gelegt.

Gold

Die heutzutage bei der Herstellung von Zahnersatz nicht mehr wegzudenkenden Goldlegierungen, die im wesentlichen aus Gold, Platin, Silber und Kupfer bestehen, konnten aufgrund des erheblichen Kostenaufwandes nicht in unsere Versuchsreihe mit aufgenommen werden. Uns interessierende Ergebnisse oder Auskünfte erfragten wir bei der Degussa, Frankfurt, oder entnahmen sie der Literatur.

Bestandteile alter und neuer Dentallegierungen (5)

Degulor B: Au + Pt 80,5 %, Rest Ag + Cu

Degulor M: Au + Pt 76,5 %, Rest Ag + Cu

Duallor: Au 50,0 %, Pd 10 % Rest Ag + Unedelmet.

Pallag: Au 0 - 10,0 %, Pd 20 - 25 %, Ag 65 %, Rest Unedelmetalle

Amalgam

Unter Amalgam versteht man eine Legierung des Quecksilbers (Hg) mit anderen Metallen. Als zweite Komponente neben dem Quecksilber kommen heutzutage fast nur noch Silber-Zinn-Legierungen in Frage (14). Diese Ausgangslegierungen müssen nach der FDI-Spezifikation Nr. 1 mindestens 65 % Silber (Ag), und dürfen maximal 29 % Zinn (Sn), 6 % Kupfer (Cu), 2 % Zink (Zn) und 3 % Quecksilber (Hg) enthalten.

Um nun das Verhalten von Amalgamfüllungen in chemischen Reagenzien zu beobachten, verwendeten wir natürliche Zähne, in welche Amalgamfüllungen eingearbeitet waren. Der zeitliche Ablauf einer eventuellen Auflösung war für uns in diesem Falle weniger von Bedeutung als vielmehr die Tatsache, ob letzten Endes eine Auflösung stattfindet oder nicht. Somit war es bezüglich der Amalgammenge unwichtig, ob es sich um ein- oder mehrflächige Füllungen handelte.

3.0 REAGENZIEN

Als in Frage kommende Reagenzien wählten wir solche, die im öffentlichen Handel leicht erhältlich sind.

Wir verwendeten:

Salpetersäure	HNO_3	100 % u. 65 %
Schwefelsäure	H_2SO_4	98 %, 72 % u. 40 %
Salzsäure	HCl	37 % u. 20 %
Flußsäure	HF	48 %
Essigsäure	CH_3COOH	96 %
Natronlauge	NaOH	40 %
Kalilauge	KOH	52 %
Ammoniak	NH_3	25 %

4.0 METHODIK

Die Versuchsanordnung wurde derart gewählt, daß unter einem durch Scheiben vom übrigen Labor geschützten Abzug jeweils elf Glasgefäße für die Säuren bzw. Laugen sowie ein Teflongefäß für die Flußsäure in ausreichendem Abstand voneinander in einer Reihe nummeriert aufgestellt wurden.

Zu dieser ersten Reihe kamen dann in gleicher Weise noch zwei weitere Reihen, so daß wir im ersten Durchgang der Versuchsreihe drei der zuvor beschriebenen Materialien zu gleicher Zeit untersuchen konnten.

Nachdem die Gefäße mit den Reagenzien aufgefüllt worden waren, wurde die Zeit genommen und die ersten drei Materialien wurden für genau eine Stunde hineingelegt. Danach entnahmen wir sie mit einer Pinzette, säuberten sie unter fließendem Wasser, untersuchten sie auf Farb-, Oberflächen-, Volumen- und Konsistenzänderungen. Außerdem beobachteten wir, ob eine sichtbare Reaktion oder eventuell sogar eine Auflösung des zu untersuchenden Materials mit einer Säure oder Lauge stattgefunden hatte. Daraufhin wurden diejenigen Materialien, die eine Veränderung erfahren hatten, auf eine Glasplatte gelegt und fotografiert.

Anschließend begannen die nächsten Untersuchungen in der wie eben beschriebenen Weise, jetzt aber für zwei Stunden, danach für vier, acht, sechzehn und zweiunddreißig Stunden, acht und sechzehn Tage. Insgesamt lagerte somit das jeweilige Versuchsmaterial bis zu dreißig Tage und fünfzehn Stunden in einer der Säuren bzw. Laugen. Die sich verflüchtigenden Reagenzien wurden stets wieder aufgefüllt, so daß die Materialien immer von Flüssigkeit bedeckt waren.

Nachdem nun der erste Durchgang auf diese Weise beendet worden war, wurden die Gefäße gesäubert und mit frischen Lösungen aufgefüllt, so daß wir die nächsten drei Materialien auf dieselbe Art und Weise untersuchen konnten.

Nachdem diese zweite Versuchsserie abgeschlossen war, verfahren wir ebenso mit den letzten drei zu untersuchenden Materialien.

5.0 ERGEBNISSE

5.1 Menschliche Zähne (mit Amalgamfüllungen)

Da sich die natürlichen Zähne zum Fotografieren nicht auf der wie bei den anderen Versuchsgegenständen erfolgreich angewandten Glasunterlage fixieren ließen, verwendeten wir nun als Objektträger ein mit brauner Knetmasse gefülltes Kästchen, an dessen zwei Seiten der Abstand von jeweils einem Zentimeter durch Pfeile angegeben wurde. Die Zähne ließen sich somit durch leichtes Eindrücken in die Knetmasse gut in der gewünschten Position fixieren.

Mit Ausnahme der Essigsäure und des Ammoniaks führten sämtliche Reagenzien zu Veränderungen der natürlichen Zähne, und zwar kam es bei

HNO_3	100 %	bereits innerhalb der ersten Stunden zu einer Bleichung und einem Substanzverlust, ohne daß das Amalgam angegriffen wurde. Nach insgesamt sechzehn Stunden hatte sich der Zahn vollständig aufgelöst, nur das Amalgam blieb unangegriffen.
----------------	-------	--

HNO_3	65 %	ebenfalls innerhalb der ersten Stunden zu einer Bleichung und einem Substanzverlust. Auffallend war jedoch, daß hierbei im Gegensatz zu der 100 %-igen Salpetersäure das Amalgam innerhalb weniger Minuten aufgelöst wurde. Es trat dabei in eine so heftige Reaktion mit der Salpetersäure, daß es förmlich sprudelnd aus der Kavität in Lösung ging.
----------------	------	--

H_2SO_4	98 %	erst nach mehreren Stunden zu einem sichtbaren Substanzverlust des Zahnes, während sich das Amalgam bereits nach zwei Stunden aufgelöst hatte. Nach insgesamt 18 Tagen war der Zahn in feinste pulverartige Partikel zerfallen, die sich am Boden des Gefäßes niedergeschlagen hatten.
H_2SO_4	72 %	bezüglich des Zahnes zu den gleichen Angriffs- und Auflöseerscheinungen wie bei der oben beschriebenen 98 %igen Schwefelsäure. Das Amalgam wurde jedoch nicht aufgelöst.
H_2SO_4	48 %	erst nach mehreren Tagen zu einem sichtbaren Angriff der Zahnoberfläche, einhergehend mit einem geringfügigen Substanzverlust. Die Auflösung erfolgte erst nach ca. dreißig Tagen, während das Amalgam nicht angegriffen wurde.
HCl	37 %	bereits in der ersten Stunde zu einer gallertartigen Erweichung der Zahnoberfläche, einhergehend mit einem starken Substanzverlust. Schon nach eineinviertel Tagen hatte sich der Zahn aufgelöst, während das Amalgam nicht angegriffen wurde.
HCl	27 %	zu den gleichen Veränderungen wie bei der oben beschriebenen 37 %igen Salzsäure, nur daß diese zeitlich etwas verzögert eintraten. Die Auflösung

des Zahnes war nach insgesamt drei Tagen vollständig.

HF	48 %	nach einigen Tagen zu einer vollständigen Durchweichung des Zahnes, der daraufhin in viele kleine Stücke zerfiel. Nach insgesamt zwanzig Tagen waren diese dann vollständig in Lösung aufgegangen. Das Amalgam war zwar nicht aufgelöst, hatte aber eine poröse und rissige Oberfläche bekommen.
CH_3COOH	96 %	außer einer nach einigen Tagen eintretenden geringen Erweichung der Zahnoberfläche zu keiner weiteren Veränderung des Zahnes oder des Amalgams.
NaOH	40 %	erst nach einigen Tagen zu einer Durchweichung des Zahnes, der daraufhin auseinanderbrach. Zuvor hatte er ein milchig-glasiges Aussehen angenommen. Die Auflösung erfolgte sehr langsam nach ca. dreißig Tagen; das Amalgam wurde nicht angegriffen.
KOH	52 %	zu den gleichen Erscheinungen wie bei der oben beschriebenen Natronlauge.
NH_3	25 %	weder zu einer Veränderung des Zahnes noch des Amalgams.

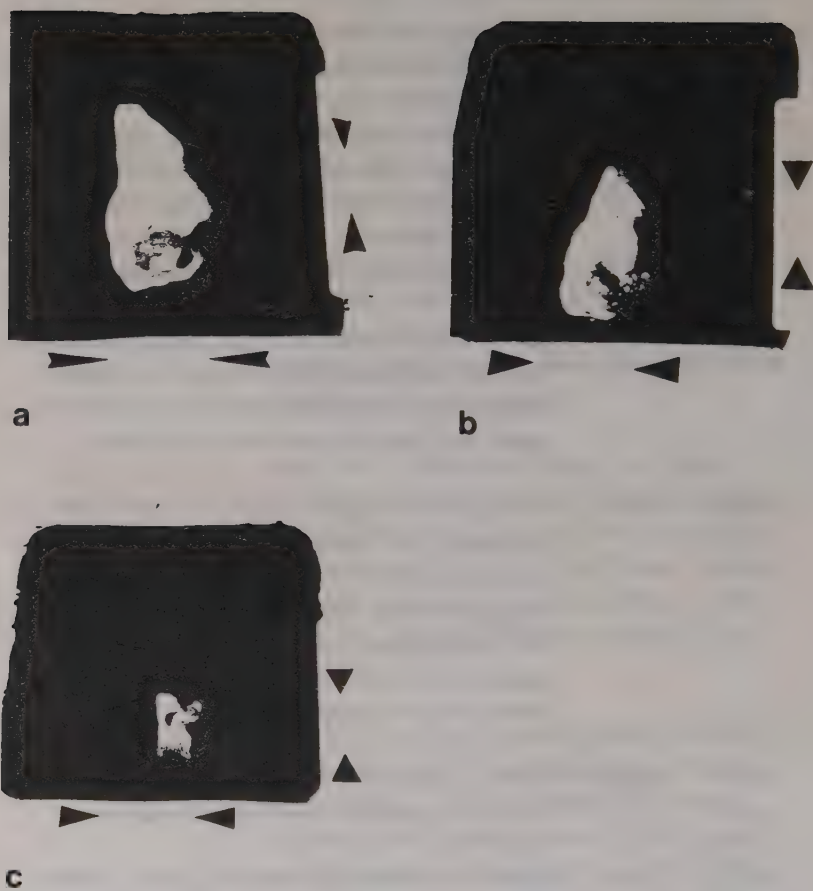


Abb. 5.1 - 1a-c: Zähne mit Amalgam bei HNO₃ 100 %

- a) vor Beginn
- b) nach 2 Stunden
- c) nach 8 Stunden



Abb. 5.1 - 2a-d: Zähne mit Amalgam bei HCl 20 %

- a) nach 2 Stunden
- b) nach 4 Stunden
- c) nach 16 Stunden
- d) nach 32 Stunden



a



b



c



d

Abb. 5.1 - 3a-d: Zahn ohne Amalgam bei HNO_3 65 %

- a) vor Beginn
- b) nach 1 Stunde
- c) nach 4 Stunden
- d) nach 16 Stunden

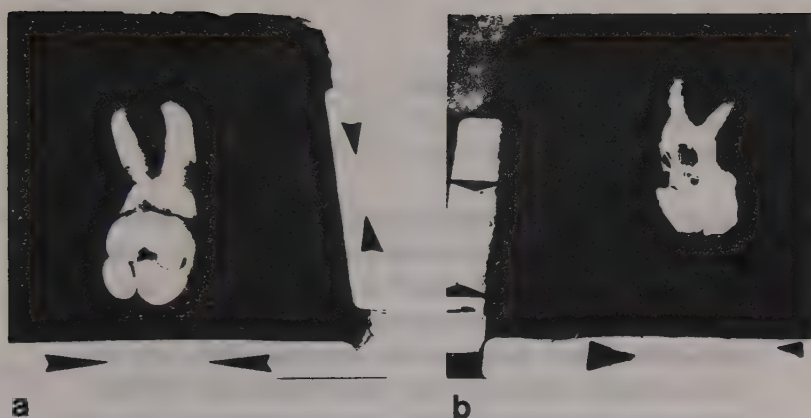


Abb. 5.1 - 4a-b: Zahn ohne Amalgam bei H_2SO_4 98 %

- a) vor Beginn
- b) nach 4 Tagen

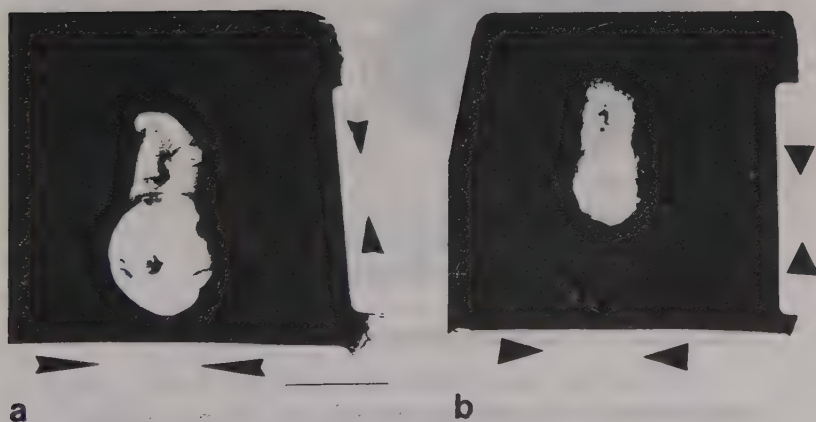


Abb. 5.1 - 5a-b: Zahn ohne Amalgam bei HCl 37 %

- a) vor Beginn
- b) nach 4 Stunden

5.2 Muskel- und Knochengewebe

5.2.1 Muskelgewebe

Bei dem von uns für die Untersuchungen verwendeten Muskelgewebe handelt es sich um Würfel mit einem durchschnittlichen Gewicht von 20,8 g, die aus einem menschlichen Oberschenkelmuskel herausgeschnitten wurden. Aus rationellen Gründen geben wir an dieser Stelle nur ein Foto eines solchen Würfels vor Versuchsbeginn wieder, stellvertretend für die übrigen zur Anwendung gekommenen Gewebswürfel.

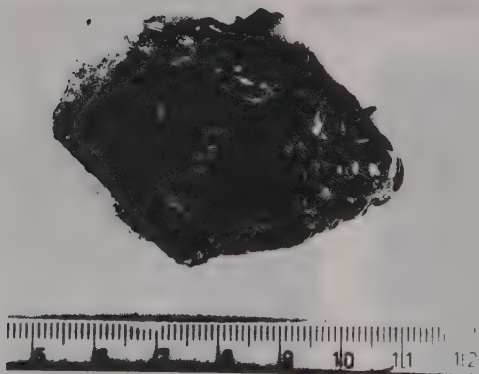


Abb. 5.2.1 - 1: Muskelgewebe von 20,8 g

HNO_3 100 % In der konzentrierten Salpetersäure war das Verhalten des Muskelgewebes am auffälligsten. Es kam hierbei unter einer heftig aufschäumenden Reaktion mit starker Dampfentwicklung zu einer schnellen Auflösung des Gewebes,

wobei sich die Salpetersäure rot verfärbte. Die Auflösung erfolgte innerhalb von fünfzehn Minuten.

- | | | |
|-------------------------|------|---|
| HNO_3 | 65 % | Eine heftige Reaktion mit dem Reagenz blieb aus, jedoch kam es zu einer dunkelbraunen Verfärbung, einhergehend mit einem großen Substanzverlust. Nachdem das Fleisch in kleine Faserstücke zerfallen war, kam es nach insgesamt 4 Std. 45 Min. zur vollständigen Auflösung desselben. |
| H_2SO_4 | 98 % | Hierbei kam es zu einer dunkelbraunen bis schwarzen Verfärbung des Fleisches mit rasch einsetzendem Substanzverlust, wobei die Oberfläche gallertartig aufgeweicht wurde. Nach insgesamt 3 Std. hatte sich das Fleisch aufgelöst. |
| H_2SO_4 | 72 % | Es traten ähnliche Veränderungen wie bei der oben beschriebenen 98 %igen Schwefelsäure auf, jedoch überwog hier die schleimig gallertartige Durchsetzung des Fleischstückes. Die Auflösung erfolgte nach insgesamt 4 Stunden. |
| H_2SO_4 | 40 % | Ähnliche Veränderungen wie bei der 72 %igen Schwefelsäure. Die Auflösung erfolgte nach 4 Std. 30 Min. |

- HCl 37 % Es kam zu einer schleimig schwarzen gallertartigen Erweichung der Oberfläche mit langsam einsetzendem Substanzverlust. Schließlich zerfiel das Fleisch in schleimige Faserstücke. Die Auflösung trat nach 4 Std. 30 Min. ein.
- HCl 20 % Die schleimig gallertartige Umwandlung fand nicht statt. Auch kam es zu keinem sichtbaren Substanzverlust innerhalb der ersten Stunden. Auffallend aber war, daß das Fleisch auf Berührung hin in viele kleine Fasern zerfiel, die sich erst sehr langsam nach insgesamt 5 Tg. 12 Std. aufgelöst hatten.
- CH_3COOH 96 % Es kam zu einer Aufhellung der Oberfläche mit gallertartiger Erweichung. Die vollständige Auflösung trat nach insgesamt 30 Std. ein.
- NaOH 40 % Es kam zu einer rasch einsetzenden schleimig gallertartigen Erweichung der Fleischstücke, wobei diese eine hellrote Farbe (ähnlich der von Erdbeereis) annahm. Die Auflösung erfolgte nach insgesamt 12 Stunden.
- KOH 52 % siehe unter NaOH.
- NH_3 25 % Hierbei kam es zu keinem Substanzverlust. Das Fleisch nahm eine hellere Farbe an, wobei die Oberfläche immer ebener und glatter wurde.

HF 48 % Es kam zu einer braun-grauen Verfärbung des Fleisches (wie gekocht).
Beim Anfassen zerfiel es in viele kleine Faserstücke, die sich nach 30 Tagen aufgelöst hatten.

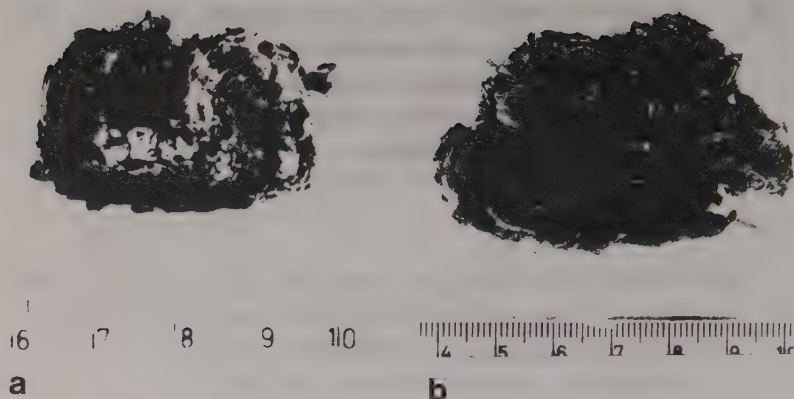


Abb. 5.2.1 - 1a-b: Muskelgewebe bei HNO_3 65 %

a) nach 1 Stunde

b) nach 4 Stunden/45 Minuten

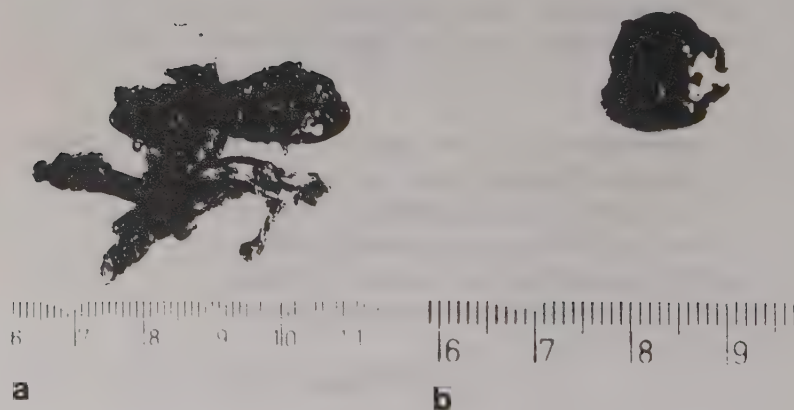


Abb. 5.2.1 - 2a-b: Muskelgewebe bei H_2SO_4 98 %

a) nach 1 Stunde

b) nach 2 Stunden

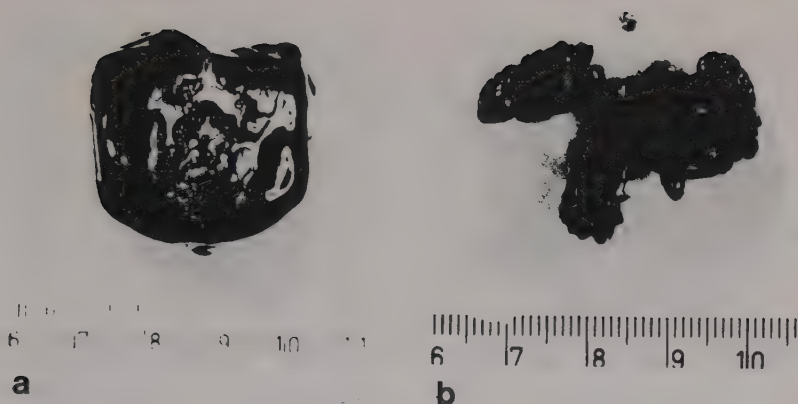


Abb. 5.2.1 - 3a-b: Muskelgewebe bei HCl 37 %

a) nach 1 Stunde

b) nach 2 Stunden

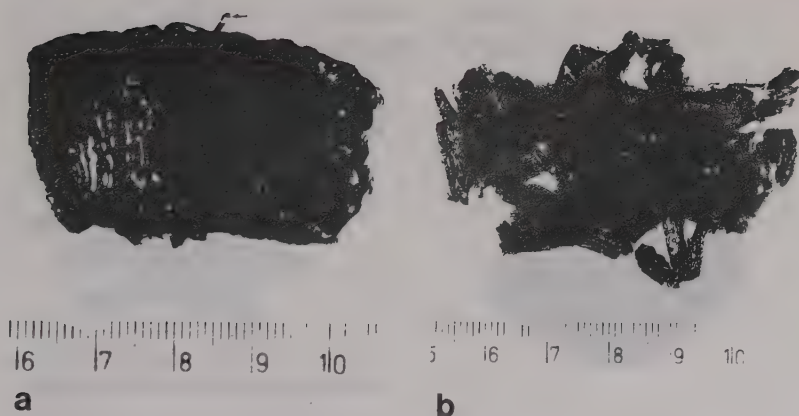


Abb. 5.2.1 - 4a-b: Muskelgewebe bei HCl 20 %

a) nach 1 Stunde

b) nach 8 Stunden

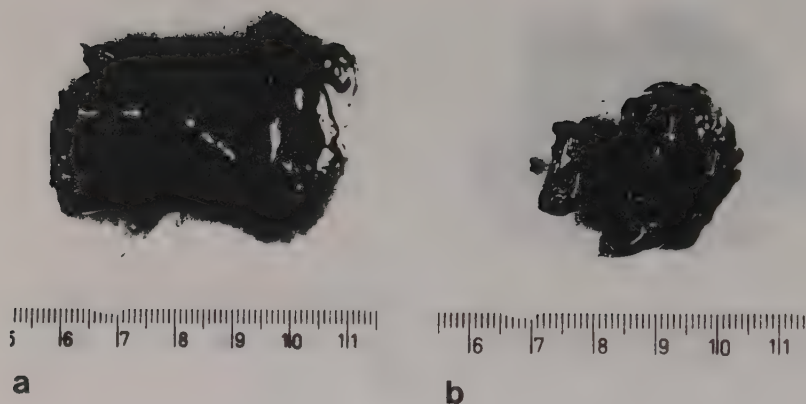


Abb. 5.2.1 - 5a-b: Muskelgewebe bei NaOH

- a) nach 1 Stunde
- b) nach 2 Stunden

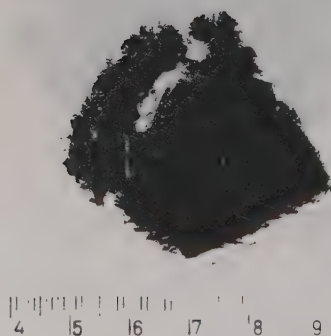
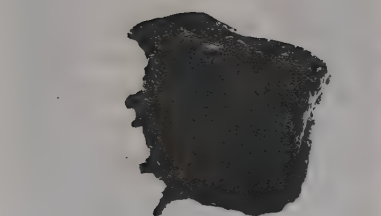
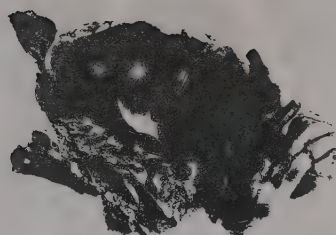


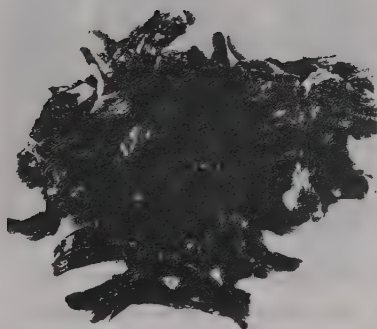
Abb. 5.2.1 - 6: Muskelgewebe bei CH_3COOH nach
2 Stunden



a



b



c

Abb. 5.2.1 - 7a-c: Muskelgewebe bei Flußsäure

a) nach 1 Stunde

b) nach 8 Stunden

c) nach 16 Stunden

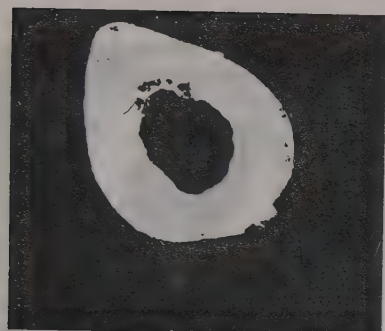
5.2.2 Knochengewebe

Mit Ausnahme der Essigsäure und des Ammoniaks führen sämtliche zur Anwendung gebrachten Reagenzien zur Veränderung des Knochengewebes, in diesem Fall des zu Scheiben von ca. 7 mm Dicke gesägten menschlichen Oberschenkelknochens mit einem durchschnittlichen Gewicht von 5,7 g.

Die während des Versuchsablaufes aufgetretenen Veränderungen lassen sich hinsichtlich ihrer Intensität in drei Gruppen unterteilen:

- Gruppe I: Starker Substanzverlust mit Auflösung innerhalb der ersten 24 Stunden, und zwar bei den Säuren HNO_3 100 %, HNO_3 65 %, HCl 37 % und HCl 20 %.
- Gruppe II: Kaum sichtbarer Substanzverlust, jedoch starke Durchweichung und Porosität, so daß der Knochenring bei Berührung in kleine Stücke zerfiel bzw. schließlich feinfaserig in Lösung ging, und zwar bei Flußsäure, NaOH und KOH .
- Gruppe III: Langsam auftretender Substanzverlust bei weißer, körniger Oberflächenauflösung, dies bei den drei zur Anwendung gekommenen Konzentrationen der Schwefelsäure H_2SO_4 98 %, H_2SO_4 72 % und H_2SO_4 40 %.

Wie bereits oben angeführt, bewirken NH_3 und CH_3COOH keine Veränderungen des Knochengewebes hinsichtlich einer Auflösung.



a



b



c

Abb. 5.2.2 - 1a-c: Knochengewebe der Gruppe I

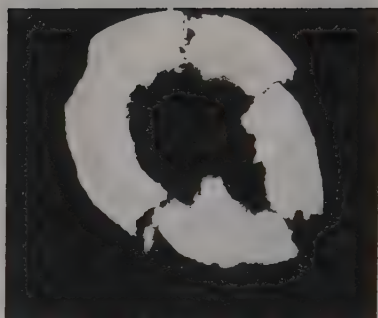
a) vor Versuchsbeginn

b) nach 3 Stunden

c) nach 7 Stunden



a



b



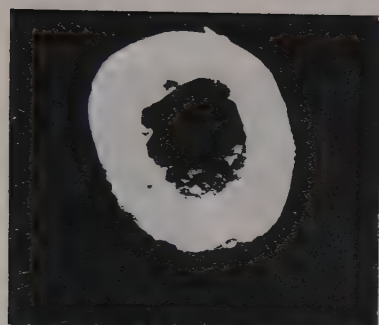
c

Abb. 5.2.2 - 2a-c: Knochengewebe der Gruppe II

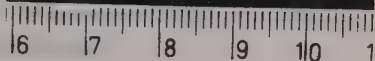
a) vor Versuchsbeginn

b) nach 6 Tagen/15 Stunden

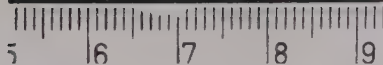
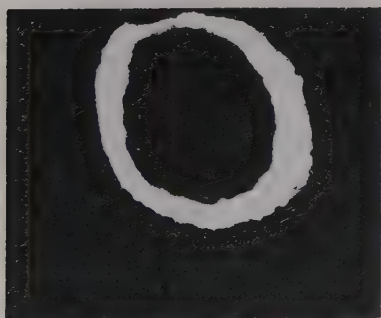
c) nach 14 Tagen/15 Stunden



a



b



c

Abb. 5.2.2 - 3a-c: Knochengewebe der Gruppe III

a) vor Versuchsbeginn

b) nach 15 Stunden

c) nach 6 Tagen/15 Stunden

5.3 Dentalwerkstoffe

5.3.1 Künstlicher Zahn (Porzellan)

Bei den von uns verwendeten Porzellanzähnen handelt es sich um Mineralfrontzähne vom Typ "Biodent", hergestellt von der Zahnfabrik Wienand in Sprendlingen.

Als einziges Reagenz greift nur die Flußsäure den Mineralzahn an, und zwar kommt es dabei

HF 48 % bereits nach wenigen Minuten zu einer Anrauhung der Zahnoberfläche mit anschließend einsetzendem Substanzverlust. Die drei charakteristischen Farben von Hals, Dentin und Schneide gehen dabei in ein Uni-Weiß über. Bei fortgeschrittenem Substanzverlust fallen die Krampons unversehrt aus ihrer Verankerung heraus. Nach knapp fünf Stunden ist der gesamte Mineralzahn mit Ausnahme der Krampons in Lösung gegangen.

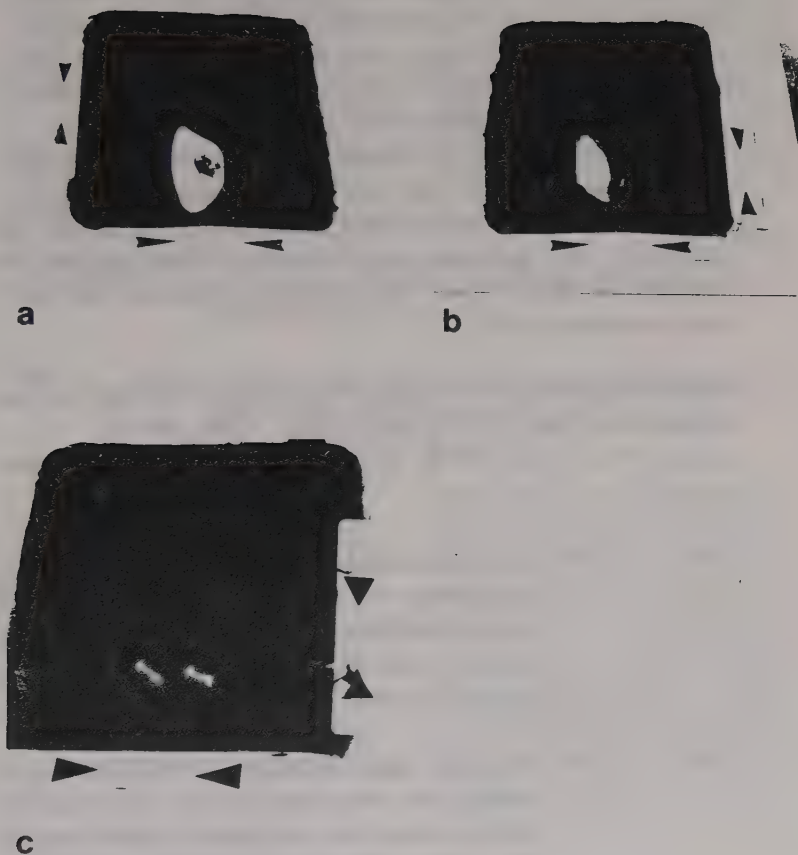


Abb. 5.3.1 - 1a-c: Künstlicher Zahn (Porzellan) in
Flußsäure

a) vor Versuchsbeginn

b) nach 1 Stunde

c) nach 4 Stunden/45 Minuten

5.3.2 Künstlicher Zahn (Kunststoff)

Bei den von uns verwendeten Kunststoffzähnen handelt es sich um solche vom Molarentyp der Marke "Biostatic". Als Unterschied in der Herstellungsart sei an dieser Stelle nochmals das hier angewandte Trockenverfahren (thermoplastisch) sowie die Vernetzung durch Co-Polymerisate gegenüber dem reinen Naßverfahren (chemoplastisch) bei der Herstellung von Kunststoffprothesen in Erinnerung gerufen. Darin mögen eventuell die geringen Abweichungen dieser beiden Substanzen in ihrem Verhalten gegenüber Säuren und Laugen zu suchen sein.

Eine Veränderung des Kunststoffzahnes trat auf in den Reagenzien HNO_3 100 %, HNO_3 65 %, H_2SO_4 98 %, H_2SO_4 72 %, H_2SO_4 40 %, CH_3COOH und HF . Und zwar kam es bei

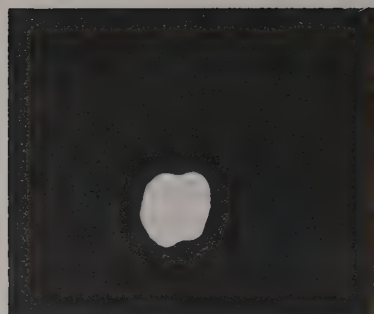
HNO_3 100 % nach insgesamt drei Stunden zu einer Auflösung des Zahnes. Es blieb nur noch eine dickflüssige gelbliche Masse übrig, die mit der Säure ein zweiphasiges Gemisch bildete.

HNO_3 65 % zu einer gleichmäßigen Oberflächenerweichung ohne Substanzverlust. Die charakteristischen Farbmerkmale gingen verloren. Gegen Ende der Versuchsserie hatte der Zahn eine gummiweiche, elastische Konsistenz angenommen, ohne dabei Substanz verloren zu haben.

H_2SO_4 98 % zu einer gallertartigen Oberflächenerweichung mit langsam einhergehendem Sub-

stanzverlust. Nach insgesamt vierzehn Tagen hatte sich der Zahn vollständig aufgelöst.

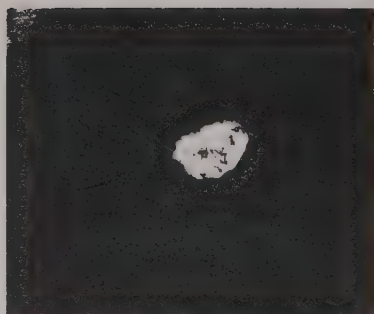
- H_2SO_4 72 % zu ähnlichen Veränderungen wie bei der 98 %igen H_2SO_4 , allerdings in abgeschwächer und verlangsamer Form.
- H_2SO_4 40 % siehe H_2SO_4 72 %.
- CH_3COOH 96 % zu einer porösen Anrauhung mit sehr geringem Substanzverlust.
- HF 48 % zum Verlust der speziellen Farbmerkmale. Nach einigen Tagen nahm der Zahn ein opak weißes Aussehen an.



a



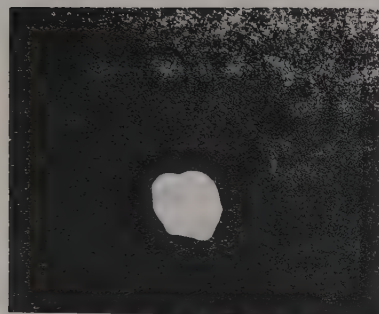
b



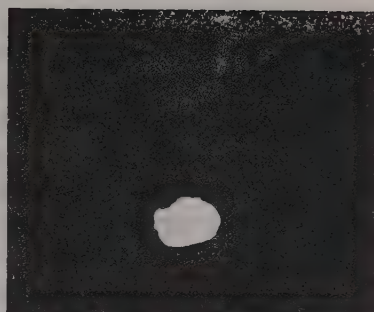
c

Abb. 5.3.2 - 1a-c: Künstlicher Zahn (Kunststoff) in H_2SO_4 98 %

- a) vor Versuchsbeginn
- b) nach 4 Stunden
- c) nach 1 Tag/8 Stunden



a



b



c

Abb. 5.3.2 - 2a-c: Künstlicher Zahn (Kunststoff) in
 HNO_3 100 %

- a) vor Versuchsbeginn
- b) nach 1 Stunde
- c) nach 4 Stunden

5.3.3 Zahnprothese (Paladon)

Allgemein muß gesagt werden, und dies trifft auch auf die übrigen von uns untersuchten Gewebe bzw. Materialien zu, daß mit ansteigender Temperatur die Beständigkeit gegenüber dem chemischen Lösungsmittel abnimmt. Findet nun ein Angriff des Kunststoffes durch eine der chemischen Lösungen statt, wobei nochmals betont wird, daß unsere Versuche bei Zimmertemperatur gefahren wurden, so beobachteten wir, daß zunächst eine geringe Quellung infolge Diffusion stattfindet, die sich auch in einer Gewichtszunahme niederschlägt. Nach einer bestimmten Lagerungszeit in dem angreifenden Medium kommt es dann zu einer mehr oder weniger starken Gewichtsabnahme, unter Umständen bis zur vollständigen Auflösung des Kunststoffes.

Bevor wir nun auf die Ergebnisse unserer Versuche bezüglich der chemischen Beständigkeit von Kunststoffprothesen auf der Basis von Polymethylacrylat (PMMA) zu sprechen kommen, sei noch erwähnt, daß organische Verbindungen, vor allem Verbindungen wie Chlorkohlenwasserstoffe und Ketone, als gute Lösungsmittel für diesen Kunststoff dienen (22).

Veränderungen des Kunststoffes "Paladon" traten nur in den Reagenzien HNO_3 100 %, HNO_3 65 %, H_2SO_4 98 %, H_2SO_4 72 %, CH_3COOH 96 % auf, und zwar kam es bei

HNO_3 100 % bereits nach wenigen Minuten zu einer Entfärbung sowie zu einer schleimigen Erweichung des Kunststoffes. Der Auflösungsprozeß begann ebenfalls schon innerhalb der ersten Minuten.

- HNO_3 65 % bereits in den ersten beiden Stunden zum Verlust des Prothesenglanzes; durch Herauslösen des roten Farbstoffes erhielt die Prothese ein milchig opakes Aussehen, und sowohl der Prothesenkunststoff als auch die eingegliederten Kunststoffzähne wurden gummiartig weich, so daß sie eine elastische Deformierbarkeit aufwiesen. Eine Auflösung fand nicht statt.
- H_2SO_4 98 % bereits nach wenigen Minuten zu einem Verlust des Oberflächenglanzes und der roten Farbe. Im weiteren Verlauf kam es zum Substanzverlust, wobei die Oberfläche schleimig fadenziehend verändert war. Auch die Säure erhielt eine schleimige Konsistenz. Den Endzustand stellte schließlich eine formlose, schleimige Masse dar, die in Wasser gekippt wieder zu einer festen, jetzt allerdings weissen Masse erhärtete.
- H_2SO_4 72 % Zu den gleichen, nun aber zeitlich verzögerten Veränderungen wie bei der 98 %igen Schwefelsäure. Der Klammerdraht war oxydiert und zugleich dünner geworden. In der unter der Versuchsreihe zur Anwendung gekommenen Zeitspanne kam es nicht zur Auflösung, die ursprüngliche Prothesenform blieb noch erkennbar, wenn auch die Konturen verschwommen erschienen.

CH_3COOH 96 % bereits nach einer Stunde zum Verlust des Prothesenglanzes. Der rote Farbstoff der Prothese schwand langsamer als bei den o.a. Reaktionslösungen. In den folgenden Stunden kam es zur schleimigen Erweichung mit geringem Substanzverlust, zuletzt zerfiel die Prothese in farblose gallertartige Teilstücke.

Ein Vergleich mit der nachfolgenden Tabelle 5.3.3-1 bestätigt im großen und ganzen die Richtigkeit der von uns gewonnenen Ergebnisse bezüglich der Beständigkeit von Kunststoffprothesen auf der Basis von Polymethylmethacrylat (PMMA) in chemischen Lösungsmitteln. Ein Auszug aus dieser Tabelle sei hier wiedergegeben (22):

chem. Substanz	Temp. °C.	Konz. %	Aussehen n. 4 Wochen Polymethylmethacrylat (PMMA)	Gewichts- veränderung n. 4 Wochen	Beständigkeits- grad
Ammoniak	20...25	Konz.	unverändert	+ 1,2	●
Essigsäure	20...25	Konz.	rissig, klebrig	-	○
Flußsäure	20...25	Konz.	weiß, weich	+ 24	○
Kalilauge	20...25	Konz.	unverändert	- 0,3	●
Natronlauge	20...25	Konz.	unverändert	- 0,2	●
Salpetersäure	20...25	Konz.	gequollen	-	○
Salzsäure	20...25	Konz.	unverändert	0	●
Schwefelsäure	20...25	Konz.	weich, fast auf- gelöst	-	○

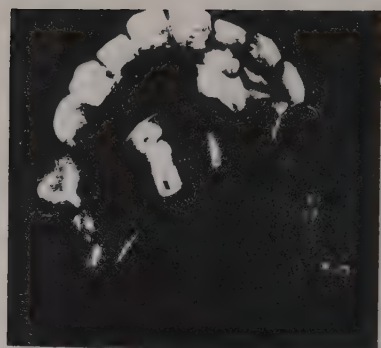
Tabelle 5.3.3 - 1: Beständigkeit von Acrylgläsern gegen chemische Stoffe

Zeichenerklärung:

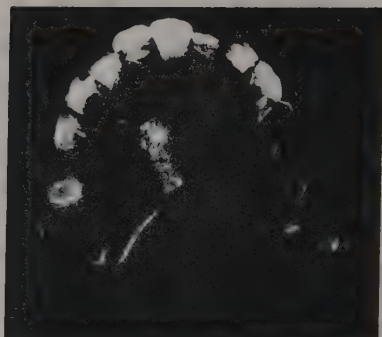
● = beständig

○ = bedingt beständig

○ = unbeständig



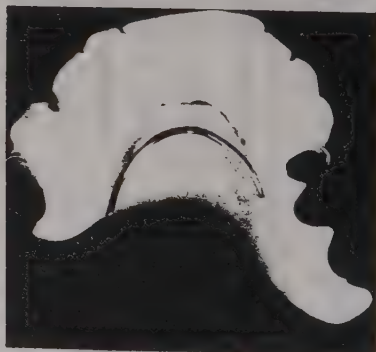
a



b



c



d

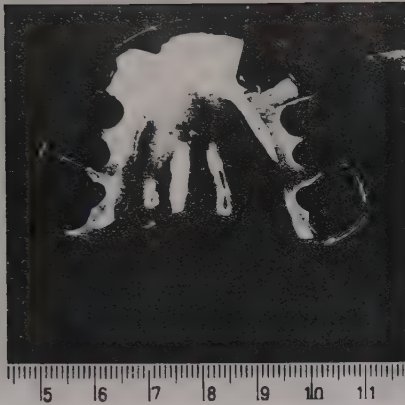
Abb. 5.3.3 - 1a-d: Zahnprothese (Paladon) bei HNO₃ 65 %

a) vor Versuchsbeginn

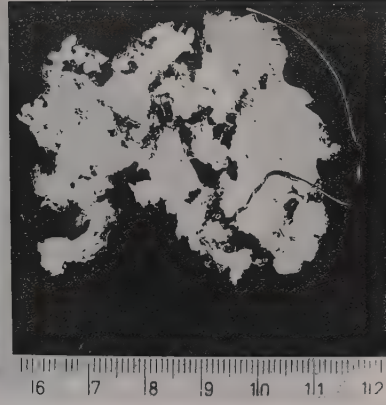
b) nach 4 Stunden

c) nach 1 Tag/8 Stunden

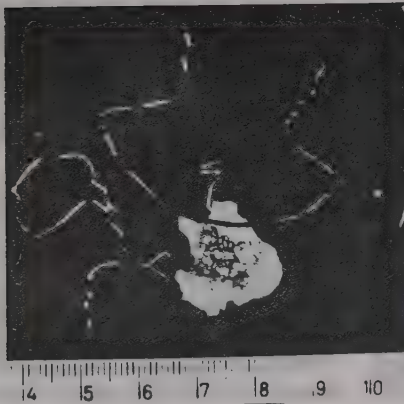
d) nach 8 Tagen



a

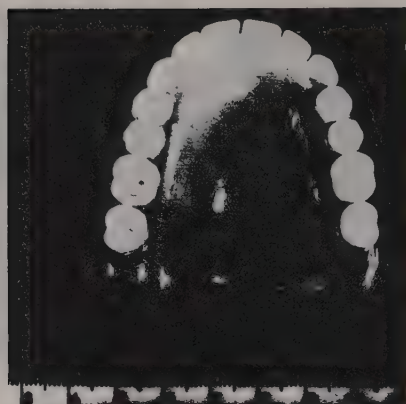


b

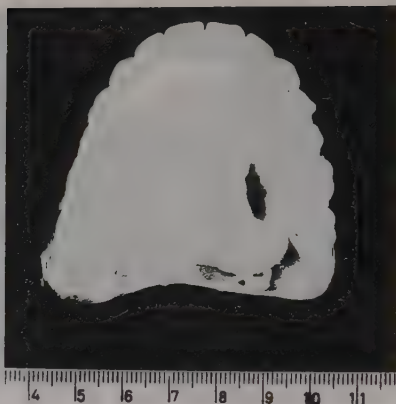


c

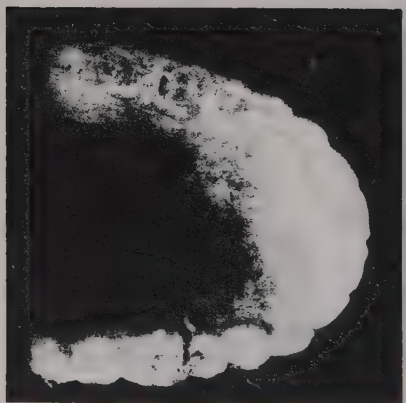
Abb. 5.3.3 - 2a-c: Zahnprothese (Paladon) bei
 HNO_3 100 %
a) vor Versuchsbeginn
b) nach 1 Stunde
c) nach 1 Stunde/15 Minuten



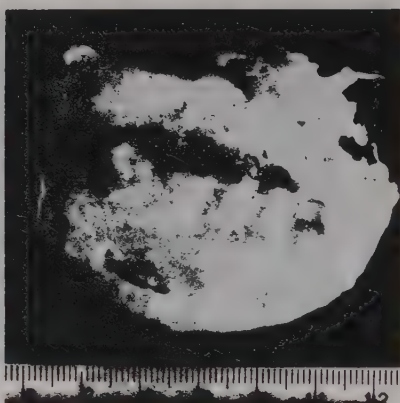
a



b



c



d

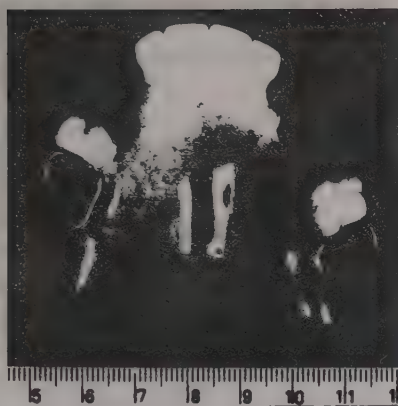
Abb. 5.3.3 - 3a-d: Zahnprothese (Paladon) bei H_2SO_4 98 %

a) vor Versuchsbeginn

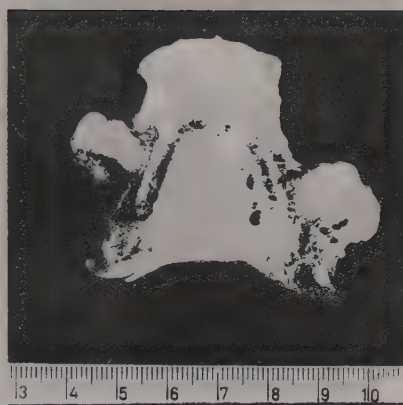
b) nach 1 Stunde

c) nach 8 Stunden

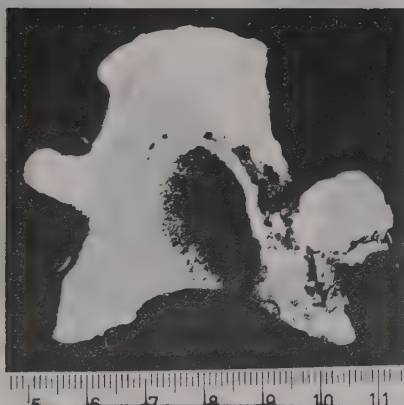
d) nach 14 Tagen



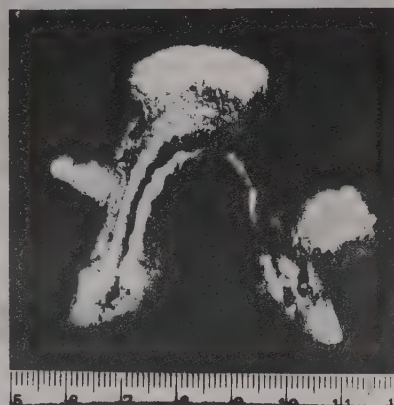
a



b



c



d

Abb. 5.3.3 - 4a-d: Zahnprothese (Paladon) bei H_2SO_4 72 %

a) vor Versuchsbeginn

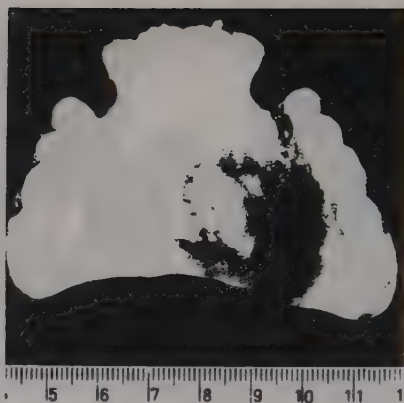
b) nach 8 Stunden

c) nach 4 Tagen

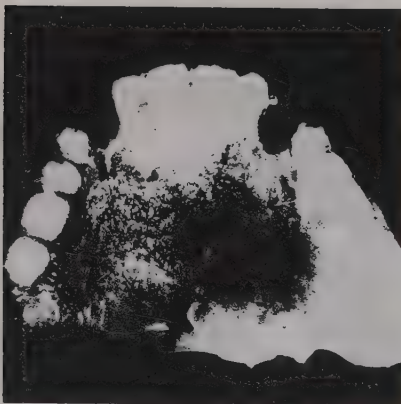
d) nach 8 Tagen



a



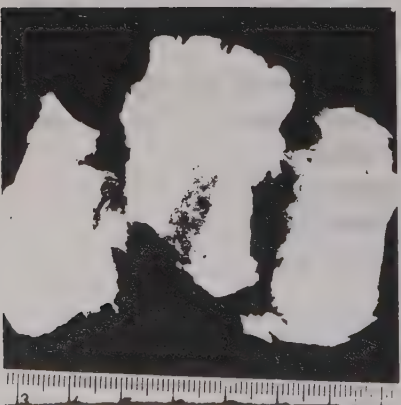
b



c



d



e

Abb. 5.3.3 - 5a-e:

Zahnprothese (Paladon) bei
 CH_3COOH 96 %

a) vor Versuchsbeginn

b) nach 1 Stunde

c) nach 8 Stunden

d) nach 16 Stunden

e) nach 4 Tagen

5.3.4 Zahnprothese (Kautschuk)

Bei den von uns verwendeten Kautschukprothesen handelte es sich um mehrjähriges Tragegut, das aufgrund fehlender Stückzahl halbiert wurde.

Veränderungen der Kautschukprothese traten nur in den Reagenzien HNO_3 100 %, HNO_3 65 %, H_2SO_4 98 %, H_2SO_4 72 % und H_2SO_4 40 % auf, und zwar kam es bei

HNO_3 100 % zu einer heftigen, überschäumenden Reaktion mit sofort beginnendem starken Substanzverlust.

HNO_3 65 % zu einer schwach sichtbaren Reaktion, bei der der rotbraune Farbstoff aus der Prothese herausgelöst und an der Oberfläche des Flüssigkeitsspiegels als roter Schaum abgelagert wurde. Der Substanzverlust ging ebenfalls schnell vonstatten.

H_2SO_4 98 % zu einer dunkelbraunen Färbung der Prothese. Die Oberflächenerweichung war gering. Bereits nach ca. sechs bis acht Stunden wurde eine leichte Quellung des Kautschuks sichtbar, die im weiteren Verlauf nach vierundzwanzig Stunden sogar die occlusalen Flächen der Zähne überragte. Nach 16 Stunden hatte sich das Volumen des Kautschuks um fast die Hälfte vergrößert, wobei die Oberfläche rissig geworden war, ähnlich einem ausgetrockneten Flußbett.

H_2SO_4 72 % nur zu einer dunkelbraunen Färbung des Kautschuks.

H_2SO_4 40 % nur zu einer dunkelbraunen Färbung des Kautschuks.

Allgemein läßt sich also sagen, daß Kautschuk gegenüber Laugen und verdünnten Säuren beständig ist. Von Salpetersäure jedoch wird er angegriffen und innerhalb weniger Stunden aufgelöst. Schwefelsäure zersetzt ihn. Zu gleichem Ergebnis kommt FALCK (8).

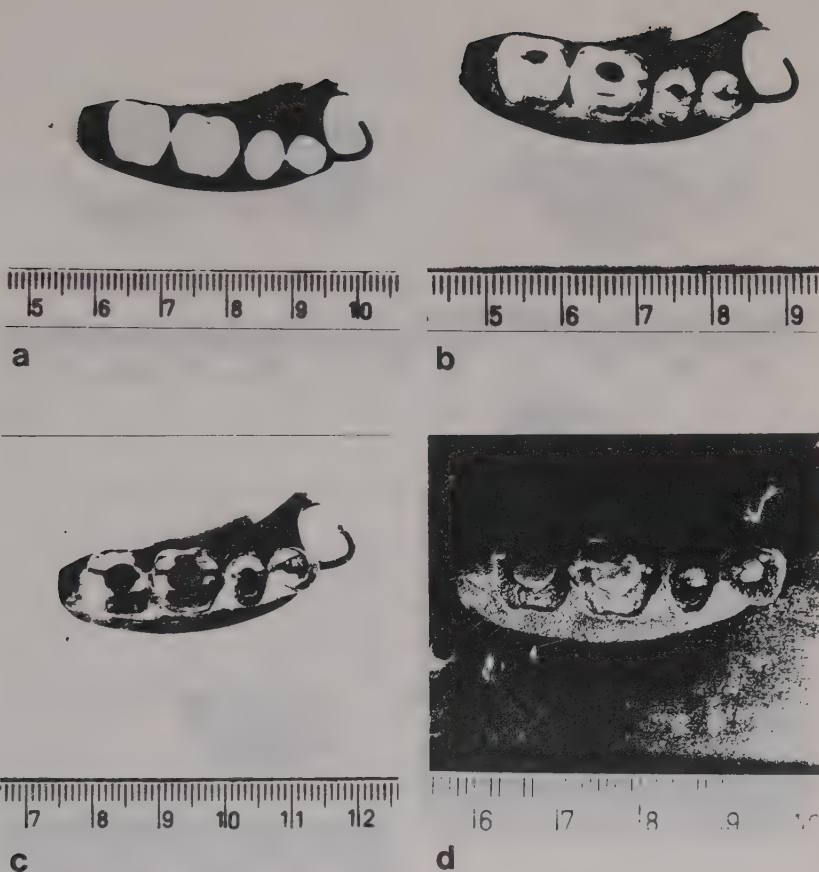


Abb. 5.3.4 - 1a-d: Zahnprothese (Kautschuk) bei Flußsäure

- a) nach 1 Stunde
- b) nach 4 Stunden
- c) nach 8 Stunden
- d) nach 8 Tagen



Abb. 5.3.4 - 2: Zahnprothese (Kautschuk) bei HNO_3 100 %

Komplette Auflösung des Kautschuks
bereits nach 30 Minuten.

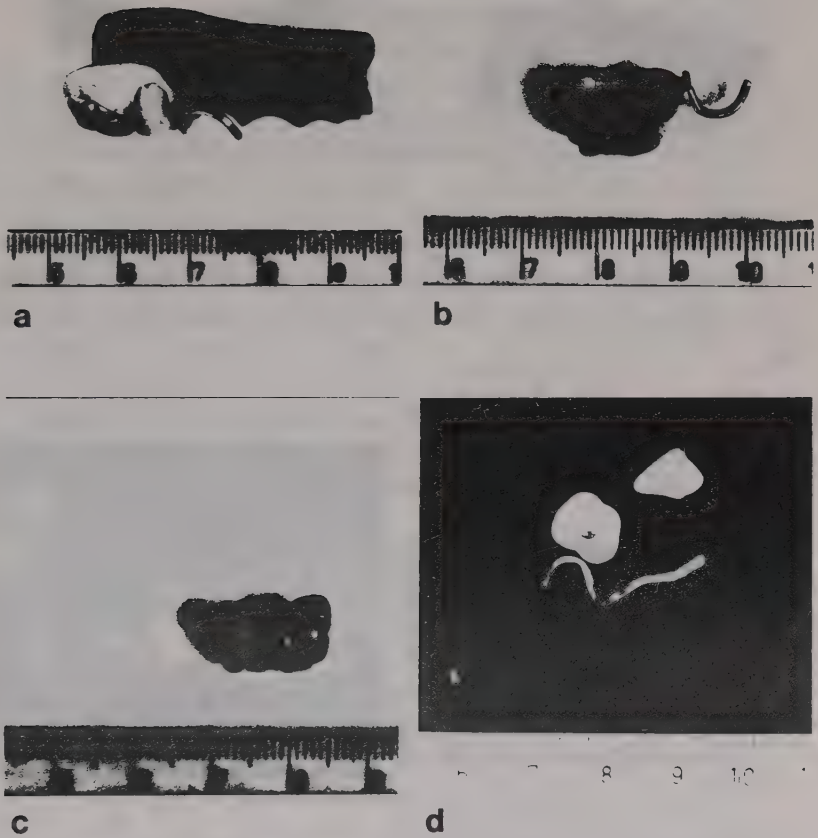


Abb. 5.3.4 - 3a-d: Zahnprothese (Kautschuk) bei HNO_3 65 %
a) vor Versuchsbeginn
b) nach 2 Stunden
c) nach 4 Stunden
d) nach 9 Stunden

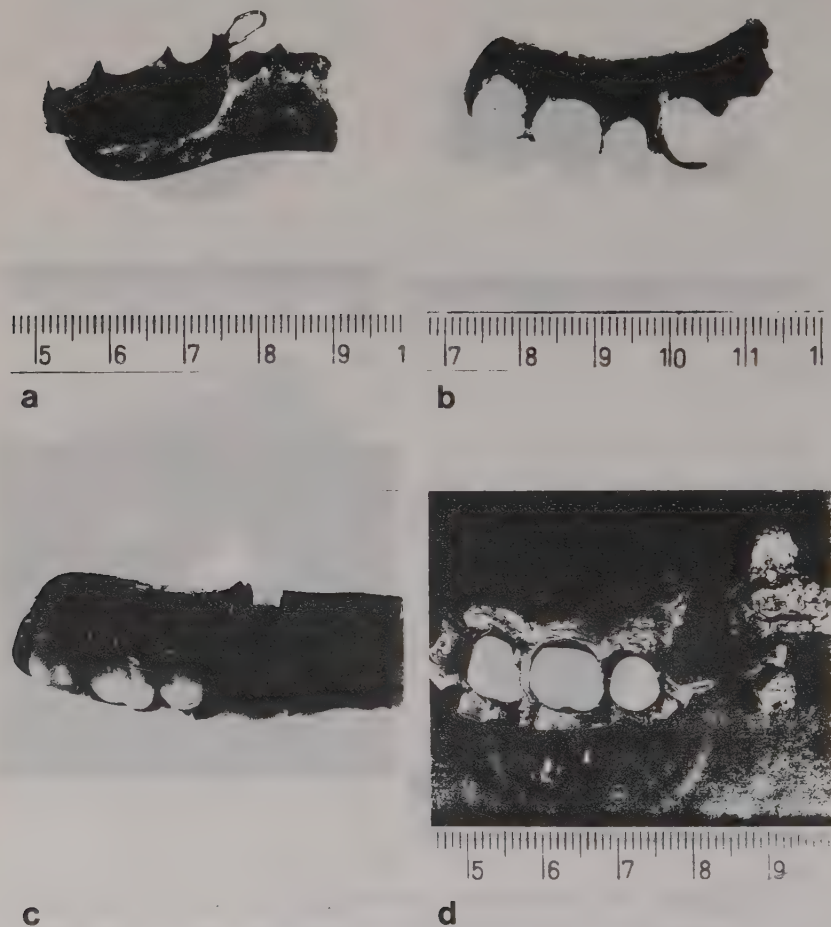


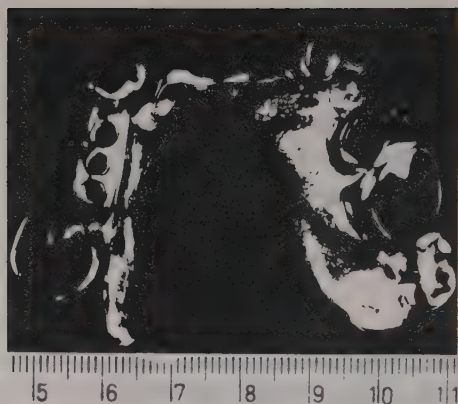
Abb. 5.3.4 - 4a-d: Zahnprothese (Kautschuk) bei
 H_2SO_4 98 %
a) vor Versuchsbeginn
b) nach 1 Stunde
c) nach 1 Tag/8 Stunden
d) nach 8 Tagen.

5.3.5 Modellgußplatte

Bei den von uns verwendeten Modellgußplatten handelt es sich um Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen, die unter dem Handelsnamen "Wisil" von der Firma Krupp in Essen auf den Markt gebracht worden sind. Die Platten sind vor Versuchsbeginn auf Hochglanz poliert sowie aufgrund mangelnder Stückzahl halbiert worden.

Veränderungen der Modellgußplatten traten nur in den Lösungen H_2SO_4 72 %, H_2SO_4 40 %, HCl 37 %, HCl 20 % sowie in Flußsäure auf, und zwar kam es bei

- | | |
|------------------------------|---|
| H_2SO_4 72 % | zu einer tief schwarzen Verfärbung der Platte und dem Verlust der Elastizität, deren Prüfung sofort zum Bruch der Platte führte, |
| HCl 20 % | zum Verlust des Silberglanzes infolge einer grauen Verfärbung der Platte, |
| HCl 37 % | zum starken Substanzverlust mit anschließender Auflösung, einhergehend mit einer porösen Veränderung der Oberfläche und Schwarzfärbung, |
| Flußsäure | zu geringem Substanzverlust, Schwarzfärbung sowie erheblicher Kristallbildung auf der Oberfläche. |



a



b

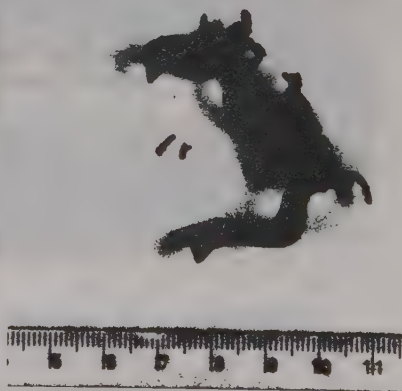
Abb. 5.3.5 - 1a-b: Zahnprothese (Stahl) bei HCl 37 %

a) vor Versuchsbeginn

b) nach 30 Tagen



a

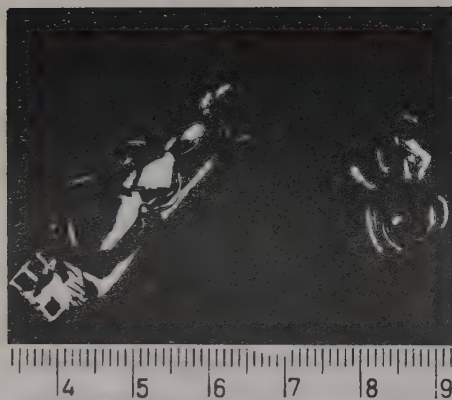


b

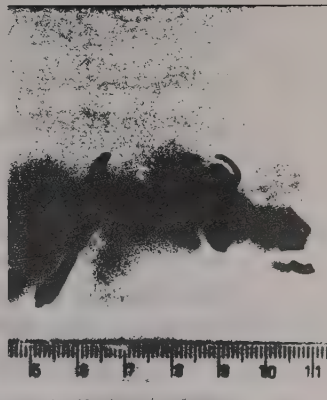
Abb. 5.3.5 - 2a-b: Zahnprothese (Stahl) bei Flußsäure

a) vor Versuchsbeginn

b) nach 20 Tagen



a



b

Abb. 5.3.5 - 3a-b: Zahnprothese (Stahl) bei H_2SO_4 72 %
a) vor Versuchsbeginn
b) nach 14 Tagen/15 Stunden

5.3.6 Dental-Gold

Nach Angaben der Firma Degussa (5) kommen als alleinige Lösungsmittel für Gold in Betracht:

1. Königswasser (Chlorstickstoffsäure HNO_3 + 3HCl)
2. Cyanidische Lösungsmittel mit Oxidationsmitteln
3. Halogene in Gasform

Der Vollständigkeit wegen sei noch erwähnt, daß die sogenannten Goldersatzlegierungen wie Duallor und Palliag, die in den Kriegsjahren und einige Zeit danach häufig Verwendung fanden und sogar noch heutzutage in den Entwicklungsländern verarbeitet werden, von Salpetersäure angegriffen bzw. aufgelöst werden. Legierungen, die hauptsächlich aus den Edelmetallen Silber oder Palladium bestehen, werden ebenfalls von Salpetersäure angegriffen (5).

5.3.7 Amalgam

Um der Thematik dieser Arbeit auch bezüglich der Untersuchung des Amalgams weitgehend gerecht zu werden, verwendeten wir keine frisch hergestellten Amalgamstücke. Vielmehr kam es nur darauf an, wie sich durch Speichel, Nahrung u.a.m. korrodierte Zahnfüllungen aus Amalgam unter Einwirkung der von uns verwendeten Reagenzien verhielten.

Zu Veränderungen führten nur Salpetersäure (65 %), Schwefelsäure (98 %) und Flußsäure (48 %). Und zwar kam es bei

HNO_3 65 % zu einer heftigen Reaktion, wobei das Amalgam aus der Zahnkavität heraussprudelte und innerhalb zehn Minuten vollständig in Lösung ging.
Bemerkenswert hierbei ist, daß sich das Amalgam in der 100 %igen Salpetersäure nicht aufgelöst hatte.

H_2SO_4 98 % zu einem langsameren Substanzverlust des Amalgams, das nach zwei Stunden vollständig in Lösung gegangen war.

Flußsäure zu einer Veränderung der Oberfläche, die eine poröse und rissige Struktur angenommen hatte. Zu einem Substanzverlust kam es dabei nicht.

6.0 BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Betrachten wir unsere Ergebnisse nun vorrangig unter des Aspekt, ob eine vollständige Auflösung des betreffenden Objektes stattgefunden hat oder nicht, so kommen wir zu folgendem Resultat:

6.1 Menschliche Zähne

Zur vollständigen Auflösung eines menschlichen Zahnes innerhalb von fünf Tagen sind nur die folgenden Lösungen in der Lage:

HNO_3	100 %:	Auflösung nach 24 Stunden
HNO_3	65 %:	Auflösung nach 4 1/2 Tagen
HCl	37 %:	Auflösung nach 1 1/2 Tagen
HCl	20 %:	Auflösung nach 4 Tagen
(H_2SO_4)	98 %:	Auflösung nach 18 Tagen)

Mit Ausnahme der Essigsäure und des Ammoniaks, welche zu keiner Veränderung bzw. Auflösung des menschlichen Zahnes führen, benötigen die restlichen Lösungen ca. zwei bis vier Wochen, um das Zahnmaterial aufzulösen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch SCHRANZ (19), der 1971 an der Universitäts-Zahnklinik zu Pécs Versuche über die Widerstandskraft der menschlichen Zähne, des Zahnersatzes und des Knochengewebes gegenüber der Einwirkung konzentrierter mineralischer Säuren (Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure) untersucht hat.

HNO_3	konz.:	Auflösung nach 18 Stunden
HCl	konz.:	Auflösung nach 3 bis 4 Tagen
H_2SO_4	konz.:	Auflösung nach 14 bis 18 Tagen

6.2 Muskelgewebe

Eine vollständige Auflösung des menschlichen Muskelgewebes in kürzester Zeit bewirkt die rauchende oder 100 %ige Salpetersäure. Ein in sie eingetauchter Fleischwürfel von ca. 21 g Gewicht ist bereits nach 15 Minuten in Lösung gegangen.

HNO_3 100 %: Auflösung nach 15 Minuten

Die mit der Anwendung dieser hochprozentigen Säure einhergehende starke Rauchentwicklung wirkt sich dabei sehr hinderlich aus.

Einen sechzehnmal längeren aber dennoch ausreichend kurzen Zeitraum für die Auflösung der gleichen Menge Muskelgewebe benötigen die folgenden Lösungen:

HNO_3 65 %: Auflösung nach 4 3/4 Stunden

H_2SO_4 98 %: Auflösung nach 3 Stunden

H_2SO_4 72 %: Auflösung nach 4 Stunden

H_2SO_4 40 %: Auflösung nach 4 1/2 Stunden

HCl 37 %: Auflösung nach 4 1/2 Stunden

Mit Ausnahme der Kali- und Natronlauge sind in diesem Fall die übrigen Reagenzien nicht mehr aufgeführt, da der von ihnen benötigte Zeitraum für die Auflösung des Muskelgewebes uns irrelevant erscheint.

Daß sowohl die Salzsäure als auch die Schwefelsäure zu einer genügend schnellen Auflösung des Muskelgewebes führen, beweisen die beiden zu Anfang geschilderten Fälle von Leichenbeseitigung mittels Säuren.

Während im Fall des Rex John Haigh, der zur Beseitigung eines zuvor ermordeten Menschen Salzsäure verwendete, am vierten Tag nur noch Knochenteile und eine salbige Restmasse vorhanden waren, ist im Fall Sarret-Schmidt, die zum gleichen Zweck Schwefelsäure verwendeten, bereits am dritten Tag eine vollständige Auflösung eingetreten.

Die offensichtlich größere Wirksamkeit der Schwefelsäure gegenüber der Salzsäure und die damit verbundene Fähigkeit zur schnelleren Auflösung des Muskelgewebes findet auch in unserem Versuchsergebnis ihre Bestätigung.

6.3 Knochengewebe

Die schnellste Auflösung eines ca. 7 mm dicken Knochenringes von ca. 5,7 g Gewicht bewirkt wiederum die rauchende bzw. 100 %ige Salpetersäure. Während nur noch die 65 %ige Salpetersäure sowie die beiden Konzentrationen der Salzsäure zu einer zeitlich relevanten Auflösung des Knochengewebes fähig sind,

HNO_3	100 %:	Auflösung nach 14 Stunden
HNO_3	65 %:	Auflösung nach 23 Stunden
HCl	37 %:	Auflösung nach 22 Stunden
HCl	20 %:	Auflösung nach 27 Stunden

benötigen mit Ausnahme des Ammoniaks und der Essigsäure, die keine Veränderung des Knochengewebes bewirken, alle übrigen von uns verwendeten Lösungen mehrere Tage bzw. Wochen für die Auflösung dieses 5,7 g schweren Knochenringes.

Auch die Ergebnisse von SCHRANZ (19) haben gezeigt, daß die konzentrierte Salpetersäure am schnellsten zur Auflösung des Knochengewebes führt, gefolgt von der konzentrierten Salzsäure.

6.4 Zahn (Kunststoff)

Unsere Versuche haben gezeigt, daß nur die rauchende bzw. 100 %ige Salpetersäure in der Lage ist, einen Prothesenzahn aus Kunststoff innerhalb eines in der Länge vertretbaren Zeitraumes aufzulösen.

HNO_3 100 %: Auflösung nach 3 Stunden

Eine weitere Auflösung des Kunststoffzahnes findet nur noch in den drei Konzentrationen der Schwefelsäure statt, während alle übrigen Lösungen keinen Substanzverlust herbeiführen können.

6.5 Zahn (Porzellan)

Eine Veränderung bzw. Auflösung des Prothesenzahnes aus Porzellan findet einzig und allein in der Flußsäure statt.

HF 48 %: Auflösung nach 4 3/4 Stunden

Auch SCHRANZ stellt in seinen Versuchen fest, daß das zu dentalen Zwecken verwendete Porzellan von der Salz-, Schwefel- und Salpetersäure nicht verändert wird (19).

Allgemein läßt sich sagen, daß je höher ein Porzellan bei der Herstellung geschmolzen wird, desto größer ist dessen Beständigkeit gegenüber Säuren und Laugen. Wie wir nun gesehen haben, löst sich die zu dentalen Zwecken bei ca. 1100 bis 1350° C gebrannte Porzellanmasse nur in Flußsäure auf. Die Reaktion findet dabei nach ILG (11) zwischen dem Quarz (SiO_2) des Porzellans und der Flußsäure statt, wobei sich Siliziumfluorid und Wasser bilden.



In kochenden, konzentrierten Laugen oder geschmolzenen Alkalihydroxiden pulverisiert Quarz aus (11).



6.6 Prothese (Kautschuk)

Von den von uns verwendeten Lösungen führen nur die beiden Konzentrationen der Salpetersäure zu einer raschen Auflösung der Zahnprothese aus Kautschuk.

HNO_3 100 %: Auflösung nach 30 Minuten

HNO_3 65 %: Auflösung nach 9 Stunden

(H_2SO_4 98 %: Quellung und rissige Oberfläche)

Als besonders erwähnenswert scheint die Tatsache, daß der Kautschuk in der 98 %igen Schwefelsäure eine enorme Quellung erfährt, wobei sich sein Volumen um fast die Hälfte vergrößert und die Oberfläche ein rissiges Aussehen erhält.

FALCK (8) hat ebenfalls festgestellt, daß Kautschuk gegenüber Alkalien und verdünnten Säuren widerstandsfähig ist, jedoch durch konzentrierte Salpeter- und Schwefelsäure zersetzt wird.

Zu einem mit unseren Versuchsergebnissen identischen Resultat kommt auch SCHRANZ (19):

HNO_3 konz.: Auflösung nach 3 bis 4 Stunden
 H_2SO_4 konz.: porös innerhalb von 7 Tagen
 HCl konz.: unverändert

6.7 Prothese (Paladon)

Zu einer vollständigen Auflösung der Zahnprothese aus Kunststoff (Paladon) kommt es nur in folgenden Lösungen:

HNO_3 100 %: Auflösung nach 45 Minuten
(HNO_3 65 %: unverändert)
 H_2SO_4 98 %: Auflösung nach 14 Tagen
Essigs. 96 %: Auflösung nach 15 Tagen
(HCl 37 % + 20 %: unverändert)

Zu wiederum nahezu identischen Ergebnissen bezüglich der Widerstandskraft von Kunststoff (Akrylat) gegenüber konzentrierten Mineralsäuren kommt auch SCHRANZ (19).

HNO_3 konz.: unverändert (es ist anzunehmen, daß
er nicht die 100 %ige
 HNO_3 verwendete)

H_2SO_4 konz.: Auflösung nach 14 Tagen

HCl konz.: unverändert

Die Beobachtungen von SZIGETI (22), daß der Kunststoff im Falle des Angriffes durch eine chemische Lösung in der Regel zunächst infolge Diffusion quillt und trübe wird, können wir auch an unseren Ergebnissen feststellen. Seinen Aussagen zufolge zeichnet sich reines Polymethylmethacrylat durch eine hervorragende Beständigkeit gegenüber anorganischen Substanzen, Säuren und Laugen, Salzen und deren Lösungen größtenteils auch in konzentrierter Form aus. Dagegen ist das Verhalten gegenüber organischen Verbindungen, vor allem Verbindungen wie Chlorkohlenwasserstoffe und Ketone, schlechter, so daß diese Verbindungen als gute Lösungsmittel gelten können.

6.8 Prothese (Stahl)

Zu einer vollständigen Auflösung der Modellgußplatte aus Kobalt, Chrom und Molybdän kommt es einzig und allein in der 37 %igen Salzsäure:

HCl 37 %: Auflösung nach 4 Wochen

Wie es nun unter Einwirkung einiger bestimmter Säuren dennoch zu Veränderungen dieser nahezu als "edel" zu bezeichnenden Legierung kommt, läßt sich nach WAGNER (26) wie folgt erklären:

Die Kobalt-Chrom-Legierungen liegen in zwei bis drei Phasen vor, nämlich ein Kobalt-Chrom-Mischkristall,

eine intermetallische Kobalt-Chrom-Verbindung und zuweilen noch eine ternäre Kristallart.

Dem Gehalt an Chrom verdanken die Kobalt-Chrom-Legierungen ihr günstiges Korrosionsverhalten, weil hierbei bereits dünne Oxidschichten zu einer Veredelung des Legierungspotentials führen (Passivität der Oberfläche), wodurch eine erhöhte Korrosionsbeständigkeit erzielt wird. Zur Bildung dieser schützenden Oxidschicht ist Sauerstoff bzw. Luft notwendig.

Werden diese Schutzschichten nun durch O_2 -Mangel oder Einwirkung einer chemischen Lösung zerstört, so verschieben sich die Legierungspotentiale zu unedleren Werten (Aktivität), d.h. die Oberfläche setzt korrodierenden Kräften kaum noch Widerstand entgegen.

Was die Aktivität angeht, d.h. Bereitschaft zu korrodieren, so ist nachgewiesen worden (26), daß diese auf einer Reduktion des die Legierung schützenden Oberflächenoxids beruht. Infolgedessen scheinen die Farb- und Oberflächenveränderungen in H_2SO_4 72 %, HCl 37 % und 20 % und HF 48 % durch deren starke reduzierende Wirkung zustandegekommen zu sein.

6.9 Dental-Gold

Für das Verhalten der dentalen Goldlegierungen gegenüber chemischen Lösungen hat TAMMANN (23) folgende allgemein geltende Regel aufgestellt:

Je mehr in einer Legierung die unedlen Komponenten überwiegen, desto weniger wird man erwarten können, daß sich die Legierung bei einem Angriff durch Säuren edel bzw. beständig erweist. Die Grenze hierfür liegt bei ca. 70 Gewichts-Prozenten, d.h. ist in einer Le-

gierung der Edelmetallanteil größer als 70 Gew.%, so wird sie sich gegenüber chemischen Lösungen ebenso verhalten wie das reine Edelmetall. Bei kleineren Gehalten wird die Legierung angegriffen oder zersetzt. Da nun der Edelmetallanteil der dentalen Goldlegierungen über 70 Gew.% liegt, werden diese von den von uns verwendeten Reagenzien nicht angegriffen.

Als Lösungsmittel für Gold kommen in Betracht (5):

1. Königswasser (als starkes Oxidationsmittel)
2. Cyanidische Lösungsmittel mit Oxidationsmitteln
3. Halogene in Gasform

Goldlegierungen der Zusammensetzung 58,5 Gew.% Au, 20 % Ag und 21,5 % Cu werden von Königswasser nur angegriffen, aber nicht aufgelöst, da sich die Goldoberfläche mit einer dichten Schutzschicht aus AgCl überzieht, die der Säure den Zutritt zum Gold versperrt (5).

Oxidierende anorganische Säuren lösen, wenn ihr Oxidationspotential genügend hoch ist, das Pd oder Ag (Salpetersäure) und das Pt oder Au (Königswasser) vollständig auf. Außerdem löst sich Gold in Alkalicyanidlösung bei O₂-Zutritt auf. Erwähnenswert scheint uns in diesem Zusammenhang, daß in manchen Nahrungs- und Genußmitteln Cyanide vorkommen (z.B. Bohnen, Branntweine aus Kernobst wie Slibowitz und Kirschwasser)(27). Im Speichel finden sich fast stets Rhodanide (6). Beide Substanzen können bei Anwesenheit von Luft Gold lösen, wobei sich ein Komplexsalz mit dreiwertigem Gold bildet.

Eine Übersicht über das Verhalten der Edelmetalle Gold, Silber und Platin gegenüber Halogenen und chemischen Lösungen gibt die nachfolgende Tabelle (5):

Reagenz		°C	Ag	Pt	Au
Halogene	F ₂	20	A	B	A
	Cl ₂ feucht	20	B	B	D
	Br ₂ feucht	20	A	C	D
	J ₂ feucht	20	D	A	A
Schwefelwasserstoff feucht		20	C	A	A
Säuren	HF 40 %	20	A	A	A
	HCl 36 %	20	B	A	A
		100	B	B	A
	HBr 60 %	100	?	D	?
	H ₂ SO ₄ 96 %	20	B	A	A
		100	D	A	A
	HNO ₃ 62 %	20	D	A	B
		100	D	A	B
	Königswasser	20	D	D	D
		100	D	D	D
Essigsäure und viele andere organische Säuren		100	A	A	A

A = keine wahrnehmbare Korrosion

B = Angriff in praktisch noch tragbarem Umfang

C = stärkerer, für Einsatz meistens zu starker Angriff

D = sehr starker Angriff

Tab. 6.9 - 1: Korrosion kompakter Edelmetalle in verschiedenen Reagenzien unter Luftzutritt bei 20 und 100 Grad Celsius (aus DEGUSSA (5): Edelmetalltaschenbuch)

6.10 Amalgam

Zu einer vollständigen Auflösung des Amalgams kommt es nur in folgenden zwei Lösungen:

HNO_3 65 %: Auflösung nach 10 Minuten

H_2SO_4 98 %: Auflösung nach 2 Stunden

Das erhärtete Silber-Zinn-Amalgam besteht im wesentlichen aus drei Kristallarten (26):

1. Silber-Zinn-Verbindung $\text{Ag}_3 \text{Sn}$
2. Silber-Quecksilber-Verbindung $\text{Ag}_3 \text{Hg}_4$
3. Silber-Quecksilber-Mischkristall $\text{Sn-Hg-Mischkristall}$

Aufgrund des sehr unedlen Sn-Hg-Mischkristalls korrodiert das erhärtete Amalgam sehr leicht und schnell. Dieses Verhalten haben wir auch in unseren Versuchen feststellen können, und zwar bewirken mit Ausnahme des Ammoniaks sämtliche angewandten Reagenzien eine Oberflächenveränderung des Amalgams.

7.0 KRIMINALISTISCHE ÜBERLEGUNGEN

Bei versuchter oder vollständig durchgeführter Beseitigung einer Leiche mittels chemischer Reagenzien ist es für den Gerichtsmediziner von großer Bedeutung zu wissen, inwieweit dies überhaupt möglich ist, und wenn ja, welche Säuren oder Laugen hierfür in Frage kommen.

Für die Geschwindigkeit des Zersetzungsprozesses ist neben der Aggressivität des verwendeten chemischen Reagenz gegenüber dem menschlichen Organismus mit all seinen geweblichen Anteilen, organischer oder anorganischer Natur, auch die Oberflächenbeschaffenheit sowie die gesamte der angreifenden Lösung zur Verfügung stehende Oberfläche von Bedeutung. Es bedarf wohl keiner wissenschaftlichen Untersuchung, daß ein vollständig bekleideter Körper dem Angriff einer Säure oder Lauge zunächst einen größeren Widerstand entgegensetzen und damit zugleich den zeitlichen Ablauf des Zersetzungsprozesses verzögern wird als ein entblößter Körper.

Auch wird die Dauer des Zersetzungsprozesses stark davon abhängen, ob der Körper zuvor in kleine Einzelstücke zerlegt worden ist, wodurch dem Angriff der Säure eine um ein Vielfaches größere Oberfläche ausgesetzt ist.

Die von uns gefundenen Ergebnisse bezüglich Neutralität, Veränderung oder sogar Auflösung der verschiedenartigen zahnärztlichen Prothesen sowie des menschlichen Muskel- und Knochengewebes und die daraus resultierende Bedeutung für die Praxis lassen sich am besten anhand einiger konstruierter Fälle wiedergeben:

Fall 1

"Mensch ohne Zahnersatz"

Für die vollständige Auflösung eines menschlichen Körpers, in den noch keine Fremdkörper wie Nägel oder Schrauben nach Extremitätenfrakturen, künstliche Gelenke, TEP's, Herzschrittmacher, Zahnersatz oder ähnliches eingegliedert wurden, kommen mehrere chemische Lösungen in Frage. Doch zuvor sind an dieser Stelle einige Angaben über die Zusammensetzung des Körpers und seiner Gewebe notwendig (4).

Gesamtkörperzusammensetzung

	<u>Erwachsene</u>		<u>Säuglinge</u>
	<u>Männer</u>	<u>Frauen</u>	
Feste Substanzen	40	50	25
1. Organische Bestandteile	35	45	-
2. Mineralische Bestandteile	5	5	-
Gesamtkörperwasser	60	50	75
1. Intrazellulär	40	30	40
2. Extrazellulär	20	20	35
a) Intravasal	4	4	5
b) Interstitiell	16	16	30

Wie sich nun das Körperwasser, das ca. 60 % des Körpergewichtes beträgt, auf die einzelnen Organe und Gewebe verteilt und wie groß deren Gewicht in Relation zum gesamten Körpergewicht ist, kann aus folgender Tabelle entnommen werden.

Ergänzend sei noch erwähnt, daß bei Zunahme des Fettes der Wassergehalt sinkt, da das Fett zu den wasserärmsten Geweben des Organismus zählt.

Organ	Wasser- gehalt in %	Anteil am Ges.-Körper- wasser in %	Gewicht in % des Körper- gewichts
Blut	79	5	7
Muskel	77	50	43
Haut	72	7	7
Skelett	22	12	16
Fett	15	2	10 - 30
Zahnschmelz	0,2	0,1	-
Herz, Leber u. Gehirn	68 - 83	3 - 4	5

Um nun auf unseren konstruierten Fall 1 zurückzukommen, so haben die Versuchsergebnisse gezeigt, daß das Muskelgewebe, welches gewichtsmäßig den größten Anteil ausmacht, von mehreren Säuren in relativ kurzer Zeit vollständig aufgelöst wird. Hierzu gehören:

HNO_3 100 %; HNO_3 65 %
 H_2SO_4 98 %; H_2SO_4 72 %; H_2SO_4 40 %
 HCl 37 %

Zur rauchenden oder 100 %igen Salpetersäure muß bezüglich des Auflösungsvermögens und der damit verbundenen Zeitdauer sowie der Anwendungsmöglichkeit folgendes ergänzt werden:

Sie ist wegen ihrer starken Rauchentwicklung und dem intensiv stechenden Geruch nur schwer unbemerkt zu verwenden. In den Fällen aber, wo sie zur Leichenbeseitigung Verwendung findet, wird sie gegenüber den oben erwähnten Säuren zu einer fast 20-fach schnelleren Auflösung des Muskelgewebes führen.

Wenn wir uns nun der zu Anfang geschilderten Mordfälle R.J. Haigh und Sarret-Schmidt erinnern, die zur Beseitigung ihrer Leichen Salz- bzw. Schwefelsäure verwendeten, welche dann nach drei bis vier Tagen zur nahezu vollständigen Auflösung geführt hatten, so können wir bezüglich der rauchenden Salpetersäure annehmen, daß diese bei gleicher Anwendung bereits innerhalb eines halben Tages zur vollständigen Auflösung des Muskelgewebes führen würde.

Die Natronlauge und die Kalilauge sowie die Essigsäure und die 20 %ige Salzsäure werden sich wegen ihres zu geringen Auflösungsvermögens und der damit verbundenen extrem langen Lagerungszeit relativ unwirksam erweisen.

Was nun die härteren Gewebe des Organismus, wie Knochen und Zähne anbelangt, so werden diese nur von folgenden Reagenzien in zeitlich relevanter Weise aufgelöst:

HNO_3 100 %; HNO_3 65 %

H_2SO_4 98 %

HCl 37 %; HCl 20 %

Auch wenn in dem Mordfall Sarret-Schmidt von einer vollständigen Auflösung der Leiche die Rede war, so nehmen wir jedoch aufgrund unserer Ergebnisse an, daß sich in der gallertartigen Restmasse noch kleine Knochenreste und Zähne befunden haben müssen. Allein die rauchende Salpetersäure hätte zu einer vollständigen Auflösung sowohl des Knochengewebes als auch der Zähne und des übrigen menschlichen Gewebes in derart kurzer Zeit führen können.

Bezüglich des zeitlichen Ablaufs bei der Auflösung der Zähne ist die folgende Reihe erwähnenswert:

HNO_3 100 % HCl 37 % HCl 20 % HNO_3 65 %

Im Vergleich hierzu die Reihenfolge bei der Auflösung des Knochengewebes:

HNO_3 100 % HNO_3 65 % HCl 37 % HCl 20 %

Fall 2

"Mensch mit Zahnprothese aus Kautschuk und den darin befestigten Porzellanzähnen"

Für diesen ebenfalls konstruierten Fall gilt zunächst bezüglich der Auflösung des menschlichen Gewebes dasselbe wie bei Fall 1. Jedoch kommt nun ein körperfremdes Material in Form einer Zahnprothese aus Kautschuk mit den darin befestigten künstlichen Zähnen aus Porzellan hinzu.

Es ist anzunehmen, daß ein Mörder bei seinem Vorhaben der Leichenbeseitigung durch Auflösung in einer chemischen Reagenz dem Toten vorher nicht in den Mund schauen wird, um diesen auf eventuellen Zahnersatz zu untersuchen. Sollte dieses körperfremde Material, in unserem Fall die Kautschukprothese, keine Auflösung in dem verwendeten Reagenz finden, so könnte dies unter gegebenen Umständen zur Aufdeckung oder sogar Klärung eines Verbrechens beitragen. Auch wäre durch Auffinden eines solchen Reststückes eine Identifikation des Opfers denkbar.

Wie unsere Ergebnisse gezeigt haben, ist eine Auflösung der Kautschukprothese nur in einer der beiden Konzentrationen der Salpetersäure möglich, die sich bereits im Fallbeispiel 1 als wirksames Mittel erwiesen hatten.

Es kommt hierbei zu einer sehr schnellen Auflösung der Prothesenbasis, d.h. des Kautschuks. Die Porzellanzähne hingegen haben sich sowohl in der Salpetersäure als auch in allen anderen Reagenzien als resistent erwiesen. Eine Ausnahme macht hier die ansonsten in Hinsicht Auflösungsvermögen menschlichen Gewebes wenig erfolgreiche Flußsäure. Nur sie ermöglicht die vollständige Auflösung der Porzellanzähne innerhalb weniger Stunden.

Für diesen Fall hieße das, der Versuch der vollständigen Leichenzersetzung müßte mit wenigstens zwei Säuren unternommen werden, und zwar kämen hierfür folgende Kombinationen in Frage:

1. HNO_3 100 % oder 65 % + Flußsäure
2. H_2SO_4 98 % + HNO_3 + Flußsäure
3. HCl 37 % + HNO_3 + Flußsäure

Fall 3

"Mensch mit Zahnprothese aus Kunststoff (Paladon) und Stahl (Wisil) mit den darin befestigten Porzellan- bzw. Kunststoffzähnen sowie einer Vollgußkrone aus Gold und mehreren Amalgamfüllungen in den verschiedenen Zähnen"

Auch hier gilt zunächst bezüglich der Auflösung des menschlichen Gewebes dasselbe wie im Fallbeispiel 1 geschildert. Das heißt, folgende drei Reagenzien kommen für eine zeitlich genügend schnelle Auflösung

in Frage: HNO_3 100 %; HNO_3 65 %
 H_2SO_4 98 %
 HCl 37 %

Doch nun erhebt sich die Frage, wie verhalten sich die oben aufgeführten und in der zahnärztlichen Praxis häufig verwendeten Materialien, mit denen das Opfer zu Lebzeiten zum Zweck der Zahnkonservierung oder Ergänzung versehen wurde.

1. Wie wir bereits im Fallbeispiel 1 gesehen haben, kann einzig und allein die Flußsäure zur Auflösung künstlicher Porzellanzähne führen.
2. Ebenfalls von nur einem Reagenz angegriffen und aufgelöst wird die Stahlmodellgußprothese (Wisil), und zwar von der 37 %igen Salzsäure. Dies geschieht allerdings sehr langsam über einen Zeitraum von ca. 30 Tagen.
3. Was die Amalgamfüllungen anbelangt, welche in einem menschlichen Gebiß ab einer gewissen Altersstufe fast immer vorhanden sind, so werden sie sehr schnell innerhalb weniger Minuten durch die beiden Konzentrationen der Salpetersäure, durch die 98 %ige Schwefelsäure etwas langsamer aufgelöst.
4. Die Prothese aus Kunststoff auf der Basis des Polymethacrylsäureesters, in diesem Fall Paladon, sowie die darin befestigten Zähne, ebenfalls auf der gleichen Basis hergestellt, werden von der 100 %igen Salpetersäure relativ schnell innerhalb weniger Stunden aufgelöst. Erwähnenswert ist, daß die voluminösere Prothese dabei schneller in Lösung geht als die Zähne, was wahrscheinlich auf die verschiedene Herstellungs- und Verarbeitungsweise zurückzuführen ist.

Als zweites zur Auflösung führendes Reagenz dient die 98 %ige Schwefelsäure. Allerdings kommt es in ihr erst nach ca. zwei Wochen zu einer vollständigen Auflösung.

5. Bezüglich feststehendem Zahnersatz aus dentalen Goldlegierungen ist festzustellen, daß diese von den von uns verwendeten Reagenzien nicht aufgelöst werden.

Als alleinige Lösungsmittel kommen in Betracht:

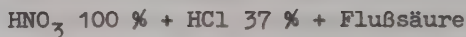
Königswasser

Halogene in Gasform

Cyanidische Lösungsmittel in Gasform

Kronen und Brücken aus sogenannten Goldersatzlegierungen wie Duallor oder Palliag, wie sie bei uns in den Kriegsjahren Verwendung fanden und dementsprechend bei älteren Menschen zu finden sind, aber noch heutzutage in den Entwicklungsländern verarbeitet werden, lösen sich im Gegensatz zu reinen Goldlegierungen in Salpetersäure auf.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß für diesen Fall folgende Reagenzien notwendig sind, um eine bis auf die Goldzähne vollständige Auflösung zu erzielen:



8.0 TABELLEN

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über das Verhalten der einzelnen Versuchsobjekte in den verwendeten Reagenzien.

In der ersten vertikalen Spalte sind die Merkmalsänderungen, auf welche hin die einzelnen Versuchsobjekte überprüft wurden, wiedergegeben, z.B. Farb-, Oberflächen-, Volumen- und Konsistenzänderung sowie Reaktion zwischen Objekt und Reagenz und eventuelle Auflösung desselben.

In der ersten horizontalen Spalte ist zu lesen, um welches Versuchsobjekt es sich in dieser Tabelle handelt.

In der dritten horizontalen Spalte sind die zwölf zur Anwendung gekommenen Reagenzien aufgeführt.

Für den Fall einer Merkmalsänderung werden je nach Intensität ein bis drei Plus-Zeichen eingesetzt, während ein Minus-Zeichen keine auf die jeweilige Spalte bezogene Veränderung bedeutet.

Es bedeuten:	+	geringfügig
	++	stark
	+++	sehr stark
	-	nichts

	Muskelgewebe											
	Reagenzien											
Eingetretene Veränderungen	HNO ₃ 100 %	HNO ₃ 65 %	H ₂ SO ₄ 98 %	H ₂ SO ₄ 72 %	H ₂ SO ₄ 40 %	HCL 37 %	HCL 20 %	Flußs. 48 %	Essigs. 96 %	NaOH 40 %	KOH 52 %	NH ₃ 25 %
Farbveränderung	+	+++ n.15Min	+++ n.10Min	++	++	++ n.10Min	+	++ n.10Min	+	+++ n.10Min	+++ n.10Min	+
Oberflächen – veränderung	+++ sofort	+	+	+++ n.10Min	+++ n.30Min	++	+	++ n.3Std.	+	+++ n.10Min	+++ n.10Min	+
Volumen – und Konsistenz – änderung	+++ sofort	+++ n.30Min	+++ n.10Min	+++ n.10Min	+++ n.30Min	+++ n.30Min	+	++ n.3Std.	++	+++ n.10Min	+++ n.10Min	—
Anfangsreaktion mit dem Reagenz	+++ sofort	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Auflösung	n.15Min	n.4½St.	n.3Std	n.4Std.	n.4½St.	n.4½St.	n.5½Tg.	—	n.1¼Tg	n.12Std	n.7Std.	—

Tab. 8.0 - 1: Muskelgewebe

	Knochengewebe											
	Reagenzien											
Eingetretene Veränderungen	HNO ₃ 100 %	HNO ₃ 65 %	H ₂ SO ₄ 98 %	H ₂ SO ₄ 72 %	H ₂ SO ₄ 40 %	HCL 37 %	HCL 20 %	Flußs. 48 %	Essigs. 96 %	NaOH 40 %	KOH 52 %	NH ₃ 25 %
Farbveränderung	+++ n.30 M.	—	+	+	+	+	—	+	—	—	—	—
Oberflächen — veränderung	++ n.30 M.	++ n.1 Std.	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
Volumen — und Konsistenz — änderung	++ n.30 M.	++ n.3 Std.	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—
Anfangsreaktion mit dem Reagenz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Auflösung	n.14 Std	n.23 Std	n.5½ Tg	n.24 Tg	n.30 Tg	n.22 Std	n.1½ Tg	n.30 Tg	—	n.30 Tg	n.30 Tg	—

Tab. 8.0 - 2: Knochengewebe

	Zähne mit Amalgam											
Eingetretene Veränderungen	Reagenzien											
	HNO ₃ 100 %	HNO ₃ 65 %	H ₂ SO ₄ 98 %	H ₂ SO ₄ 72 %	H ₂ SO ₄ 40 %	HCL 37 %	HCL 20 %	Flußs. 48 %	Essigs. 96 %	NaOH 40 %	KOH 52 %	NH ₃ 25 %
Farbveränderung	++ n.30Min	++ n.3Std.	+	+	+	—	—	—	—	+	+	—
Oberflächen - veränderung	++ n.30Min	++ n.1Std.	++	+	+	+	+	+	+	+	+	—
Volumen - und Konsistenz - änderung	++ n.30Min	++ n.1Std.	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—
Anfangsreaktion mit dem Reagenz	—	+++ Am sofort	++ Am n. 10 Min.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Auflösung	Am - n.16 Std.	Am - n.3 1/2 Tg.	Am - n.18 Tg.	Am - n.18 Tg.	Am - n.30 Tg.	Am - n.1 1/4 Tg.	Am - n.3 Tg.	Am - n.20 Tg.	—	Am - n.30 Tg.	Am - n.30 Tg.	—

Tab. 8.0 - 3: Zähne mit Amalgam

	Zähne ohne Amalgam											
Eingetretene Veränderungen	Reagenzien											
	HNO ₃ 100 %	HNO ₃ 65 %	H ₂ SO ₄ 98 %	H ₂ SO ₄ 72 %	H ₂ SO ₄ 40 %	HCL 37 %	HCL 20 %	Flußs. 48 %	Essigs. 96 %	NaOH 40 %	KOH 52 %	NH ₃ 25 %
Farbveränderung	++ n.30Min	++ n.3 Std.	+	+	+	—	—	—	—	+	+	—
Oberflächen - veränderung	++ n.30Min	++ n.1 Std.	++	+	+	+	+	+	—	+	+	—
Volumen - und Konsistenz - änderung	++ n.30Min	++ n.1 Std.	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—
Anfangsreaktion mit dem Reagenz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Auflösung	n.1 Tg.	n.4 1/2 Tg.	n.18 Tg.	n.14 Tg.	n.30 Tg.	n.1 1/2 Tg.	n.4 Tg.	n.20 Tg.	—	n.30 Tg.	n.30 Tg.	—

Tab. 8.0 - 4: Zähne ohne Amalgam

	Zahn Porzellan											
Eingetretene Veränderungen	Reagenzien											
	HNO ₃ 100 %	HNO ₃ 65 %	H ₂ SO ₄ 98 %	H ₂ SO ₄ 72 %	H ₂ SO ₄ 40 %	HCL 37 %	HCL 20 %	Flußs. 48 %	Essigs. 96 %	NaOH 40 %	KOH 52 %	NH ₃ 25 %
Farbveränderung	—	—	—	—	—	—	—	++	—	—	—	—
Oberflächen – veränderung	—	—	—	—	—	—	—	+++	—	—	—	—
Volumen – und Konsistenz – änderung	—	—	—	—	—	—	—	+++	—	—	—	—
Anfangsreaktion mit dem Reagenz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Auflösung	—	—	—	—	—	—	—	n.4½Std	—	—	—	—

Tab. 8.0 - 5: Zahn (Porzellan)

	Zahn Kunststoff											
Eingetretene Veränderungen	Reagenzien											
	HNO ₃ 100 %	HNO ₃ 65 %	H ₂ SO ₄ 98 %	H ₂ SO ₄ 72 %	H ₂ SO ₄ 40 %	HCL 37 %	HCL 20 %	Flußs. 48 %	Essigs. 96 %	NaOH 40 %	KOH 52 %	NH ₃ 25 %
Farbveränderung	+	++	+	+	+	—	—	+	—	—	—	—
	n.5Min.	n.15Std.	n.1Std.		n.4Std.							
Oberflächen – veränderung	+++	+	++	+	+	—	—	—	+	—	—	—
	n.5Min.	n.20Min.	n.2Std.						n.3Std.			
Volumen – und Konsistenz – änderung	+++	+++	+	+	+	—	—	—	+	—	—	—
	n.5Min.	nur Kon- sistenz n.3 Std.										
Anfangsreaktion mit dem Reagenz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Auflösung	n.3Std.	—	n.14Tg.	n.30Tg.	n.30Tg.	—	—	—	—	—	—	—

Tab. 8.0 - 6: Zahn (Kunststoff)

	Prothese (Paladon)											
Eingetretene Veränderungen	Reagenzien											
	HNO ₃ 100 %	HNO ₃ 65 %	H ₂ SO ₄ 98 %	H ₂ SO ₄ 72 %	H ₂ SO ₄ 40 %	HCL 37 %	HCL 20 %	Flußs. 48 %	Essigs. 96 %	NaOH 40 %	KOH 52 %	NH ₃ 25 %
Farbveränderung	+++ n.10Min	+	+++ n.1Std.	++ n.1Std.	—	—	—	—	+	—	—	—
Oberflächen - veränderung	+++ n.10Min	+	+++ n.3 Std	++	—	—	—	—	+	—	—	—
Volumen - und Konsistenz - änderung	+++ n.10Min	+	+++	++	—	—	—	—	+	—	—	—
Anfangsreaktion mit dem Reagenz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Auflösung	n. ½ Std	—	n.14 Tg.	—	—	—	—	—	n.15 Tg	—	—	—

Tab. 8.0 - 7: Prothese (Paladon)

	Prothese (Kautschuk)											
Eingetretene Veränderungen	Reagenzien											
	HNO ₃ 100 %	HNO ₃ 65 %	H ₂ SO ₄ 98 %	H ₂ SO ₄ 72 %	H ₂ SO ₄ 40 %	HCL 37 %	HCL 20 %	Flußs. 48 %	Essigs. 96 %	NaOH 40 %	KOH 52 %	NH ₃ 25 %
Farbveränderung	+	+	+++ n.1Std.	+	+	—	—	—	—	—	—	—
Oberflächen - veränderung	+++ sofort	+	+++	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Volumen - und Konsistenz - änderung	+++ sofort	+	Volum- zunah- me	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Anfangsreaktion mit dem Reagenz	+++ sofort	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Auflösung	n. ½ Std	n.9 Std.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tab. 8.0 - 8: Prothese (Kautschuk)

Eingetretene Veränderungen	Modellgussplatte											
	Reagenzien											
	HNO ₃ 100 %	HNO ₃ 65 %	H ₂ SO ₄ 98 %	H ₂ SO ₄ 72 %	H ₂ SO ₄ 40 %	HCL 37 %	HCL 20 %	Flußs. 48 %	Essigs. 96 %	NaOH 40 %	KOH 52 %	NH ₃ 25 %
Farbveränderung	—	—	—	++	—	+ n.14 Tg.	+ n.16 Tg.	++ n.14 Tg.	—	—	—	—
Oberflächen - veränderung	—	—	—	—	—	+	—	+ n.16 Tg.	—	—	—	—
Volumen - und Konsistenz - änderung	—	—	—	—	—	+	—	++ n.20 Tg.	—	—	—	—
Anfangsreaktion mit dem Reagenz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Auflösung	—	—	—	—	—	n.30 Tg.	—	—	—	—	—	—

Tab. 8.0 - 9: Modellgußplatte (Stahl)

9.0 ZUSAMMENFASSUNG

1. Wesentliches Ergebnis unserer Untersuchungen bezüglich der Veränderungen am menschlichen Weichgewebe (Muskel) und Hartgewebe (Knochen, Zähne) sowie zahnärztlichen Werkstoffen (Kunststoff, Stahl, Porzellan, Amalgam, Gold) nach unterschiedlicher Einwirkung von Säuren und Basen ist die Tatsache, daß ein Mensch; der Träger mehrfachen verschiedenartigen Zahnersatzgutes ist, durch Verwendung gezielter Säurekombinationen vollständig auflösen ist.
2. Sowohl ein alter Mensch, der gänzlich zahnlos ist als auch ein junger Mensch, in dessen Munde sich weder Zahnfüllungen noch Zahnersatz befinden, werden allein durch die Anwendung einer einzigen Säure vollständig aufgelöst. Zu diesem Zweck kann eine der nachfolgend aufgeführten Säuren herangezogen werden:

Salpetersäure	HNO_3	100 %;	HNO_3	65 %		
Schwefelsäure	H_2SO_4	98 %;	H_2SO_4	72 %;	H_2SO_4	40 %
Salzsäure	HCl	37 %				

Die hierbei am schnellsten zur Auflösung führende Säure ist die 100 %ige Salpetersäure.

3. Da wir in der heutigen Zeit fast ausnahmslos davon ausgehen können, daß sowohl der junge als auch der alte Mensch in irgendeiner Form Träger von Zahnersatz ist, so müssen in diesem Falle verschiedene Säuren zur Anwendung gebracht werden, soll auch der Zahnersatz bei der Leichenbeseitigung vollständig in Lösung gehen.

Zahnersatz

Prothese aus Kautschuk	Salpetersäure HNO_3	100 % u. 65 %
Prothese aus Paladon	Salpetersäure HNO_3	100 %
Prothese aus Stahl	Salzsäure HCl	37 %
Künstliche Zähne (Kunststoff)	Salpetersäure HNO_3	100 %
Künstliche Zähne (Porzellan)	Flußsäure HF	48 %
Amalgamfüllungen	Salpetersäure HNO_3	100 % u. 65 %
Gold	Königswasser, Halogene in Gasform Cyanidische Lösungen in Gasform	

Aufgrund unserer Ergebnisse können wir nun feststellen, daß ein Mensch, der Träger sämtlichen denkbaren Zahnersatzgutes ist, durch Kombination von maximal vier chemischen Lösungen, z.B. Salpetersäure 100 %, Salzsäure 37 %, Flußsäure 48 % und Königswasser, vollständig aufgelöst werden kann.

10.0 LITERATURAUSWAHL

1. BLOK, J.:
Algemeen Nederlandsch Politie-Weekblad
Nr. 1030-1040, 1935
2. BRECHT, K.:
In: KEIDEL, W.D.:
Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, 2. Aufl.,
Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1970
3. BUDDECKE, E.:
Grundriß der Biochemie, 2. Aufl.,
Verlag Walter de Gruyter, Berlin 1971
4. DOCUMENTA GEIGY:
Wissenschaftliche Tabellen
Geigy Pharmazeutika, Wehr (Baden) 1968
5. EDELMETALLTASCHENBUCH
Degussa, Frankfurt/Main, Selbst-Verlag 1967
6. EICHNER, K.:
Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung,
3. Aufl.,
Alfred Hüthig-Verlag, Heidelberg 1974
7. ELBRECHT, H.-J.:
In: EICHNER, K.:
Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung,
3. Aufl.,
Alfred Hüthig-Verlag, Heidelberg 1974

8. FALCK, K.:
Einführung in die Werkstoffkunde für Zahnärzte
Carl Hanser-Verlag, München 1948
9. HODGEN u. SHELL:
Dental Materials
C.V. Mosby Company, St. Louis 1948
10. HOUWIK, R.:
Chemie und Technologie der Kunststoffe
2, 3. Aufl.,
Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig,
Leipzig 1956
11. ILG, K.:
Zahnärztliche Keramik
Carl Hanser-Verlag, München 1949
12. KAUTTER:
In: VIEWEG, R. u. F. ESSER:
Kunststoffhandbuch, 2, Polymethacrylate
Carl Hanser-Verlag, München 1975
13. KEIDEL, W.D.:
Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie
2. Aufl.,
Verlag Georg Thieme, Stuttgart 1970
14. KROPP, R.:
In: EICHNER, K.:
Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung
3. Aufl.,
Alfred Hüthig-Verlag, Heidelberg 1974

15. LINSEIS, M.:
Keramische Zähne, Dentalchemie
Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, 2, 3. Aufl.
Verlag Urban u. Schwarzenberg, München/Berlin 1954
16. MEYER, W.:
Lehrbuch der normalen Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen
Carl Hanser-Verlag, München 1951
17. NICEFORO-LINDENAU:
Die Kriminalpolizei und ihre Hilfswissenschaften, S. 365
Berlin-Lichterfelde 1909
18. SCHNEICKERT, H.:
Das Verschwindenlassen der Leiche beim Mord
Arch. f. Kriminol. 104, 117 (1939)
19. SCHRANZ, D.:
In: PROKOP, O. u. W. GÖHLER:
Forensische Medizin
Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart/New York 1976
20. SCHROEDER, H.E.:
Orale Strukturbiologie
Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart 1976
21. SIMPSON, K.:
Rex v. John George Haigh: The acid-bath murder
Med.-leg. and Criminal Dev. 18, 38 (1950)

22. SZIGETI, R.:
In: VIEWEG, R. u. F. ESSER:
Kunststoffhandbuch, 2, Polymethacrylate
Carl Hanser-Verlag, München 1975
23. TAMMANN, G.:
In: EDELMETALLTASCHENBUCH
Degussa, Frankfurt/Main, Selbst-Verlag 1967
24. TROMMSDORFF, E.:
In: HOUWIK, R.:
Chemie und Technologie der Kunststoffe
2, 3. Aufl.,
Akademische Verlagsgesellschaft Geest u. Portig,
Leipzig 1956
25. VIEWEG, R. u. F. ESSER:
Kunststoffhandbuch, 2, Polymethacrylate
Carl Hanser-Verlag, München 1975
26. WAGNER, E.:
In: EICHNER, K.:
Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung,
3. Aufl.,
Alfred Hüthig-Verlag, Heidelberg 1974
27. WEIKART, P.:
Werkstoffkunde für Zahnärzte
4. Aufl.,
Carl Hanser-Verlag, München 1966
28. WEISS, K.:
Die kriminalistische Bedeutung des Kalkes
als Vernichtungsmittel
Arch. f. Kriminol. 39, 140 (1910)

L e b e n s l a u f

04.10.1948	Geburt als 2. Sohn des Textilkaufmanns Karl-Heinz Ruscheweyh und seiner Frau Gertrud in Krefeld
Ostern 1955	Einschulung in die Volksschule
Ostern 1959	Aufnahme am Moltke-Gymnasium in Krefeld
Mai 1968	Abitur an o.g. Gymnasium
1968 - 1969	Studium der Naturwissenschaften in Bonn
1969	Wegen des numerus clausus im Fachbereich Zahnmedizin Beginn einer Zahntechniker-Lehre
Sommer 1971	Zulassung zum Studium der Zahnmedizin in Mainz
Januar 1972	Gesellenprüfung als Zahntechniker
Sept. 1975	Eheschließung
Juni 1976	Staatsexamen und Bestallung als Zahnarzt
21.03.1977	Geburt meines Sohnes
01.06.1978	Niederlassung in Baden-Baden

